การพัฒนาอุปกรณ์ MiFile ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว

MiFile Device Development on Single Board Computer

เพ็ญพิชชา มงคลทิพย์วาที

สุรติชัย คูหาสรรพสิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

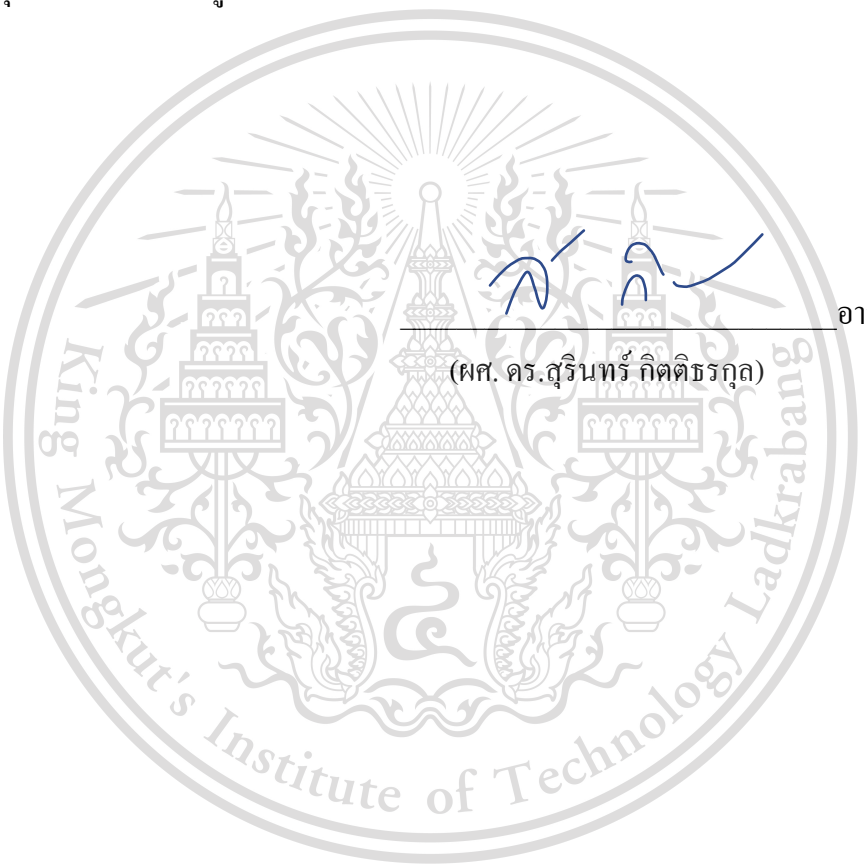
เรื่อง การพัฒนาอุปกรณ์ MiFile ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว

MIFILE DEVICE DEVELOPMENT ON SINGLE BOARD COMPUTER

ผู้จัดทำ

1. นางสาวเพ็ญพิชชา มงคลทิพย์วาที รหัสนักศึกษา 60010748

2. นายสุรติชัย คูหาสรรพสิน รหัสนักศึกษา 60011106



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร.สุรินทร์ กิตติธรกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การพัฒนาอุปกรณ์ MiFile ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว

นางสาวเพ็ญพิชชา มงคลทิพย์วาที 60010748
นายสุรติชัย คูหาสรรพสิน 60011106
ผศ. ดร.สุรินทร์ กิตติธรกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

โครงงาน “การพัฒนาอุปกรณ์ **MiFile** ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว (MiFile Device Development on Single Board Computer)” นี้จึงถูกจัดทำขึ้น โดยชื่อ **MiFile** หรือเรียกว่า “MyFi” มาจากคำว่า My Wi-Fi และ My File ที่สื่อถึงเอกลักษณ์ของอุปกรณ์ที่ต้องการจัดทำจากปัญหาดังกล่าว โดยที่อุปกรณ์ที่จัดทำจะต้องมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ และเพียงพอต่อผู้ใช้งานที่จะสามารถพกพาได้ โดยอุปกรณ์นี้สามารถทำตัวเป็นอุปกรณ์ network ที่สามารถหาได้ทั่วไป คือ มีความสามารถในการปล่อยสัญญาน Wi-Fi และจัดการการเชื่อมต่อขนาดเล็กได้หรือประพฤติตัวเป็นอุปกรณ์ hotspot ได้ และสามารถให้บริการด้านการรับฝากข้อมูลได้ รวมถึงบริการ mirror ข้อมูลจากเว็บฝากไฟล์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณภาพการใช้งาน ทั้งนี้เพื่อทำการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยี ให้คนทั่วไปสามารถใช้งานได้ง่าย จนเป็นประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินชีวิตประจำวัน นอกจากนี้อุปกรณ์ในประเภท Single Board Computer ส่วนมากยังมีราคาถูกกว่าอุปกรณ์เน็ตเวิร์คอื่น ๆอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

MiFile Device Development on Single Board Computer

Miss Penpitcha Mongkoltipvatee 60010748
MR. Suratichai Kuhasubpasin 60011106
Asst.Prof.Dr.Surin Kittitornkun Advisor
Academic Year 2020

ABSTRACT

The “MiFile Device Development on Single Board Computer” project was created under the name **MiFile** or called “MyFi”. It comes from the words My Wi-Fi and My File that represent the identity of the device being created from the problem. The equipment must be small, low power and sufficient for the user to be portable. The device can act as a common network device, capable of emitting Wi-Fi signals and managing smaller connections, or behaving as a hotspot device and can provide data storage services. Including data mirroring services from various file hosting websites to increase the quality of use. This is to study and develop technology that people can use easily. Until it is beneficial to perform various activities in daily life. In addition, most single board computers are cheaper than other network devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

สารบัญ III

สารบัญ(ต่อ) IV

สารบัญรูป V

สารบัญรูป (ต่อ) VI

สารบัญรูป (ต่อ) VII

สารบัญตาราง VIII

บทที่ 1 บทนำ 9

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 9

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 10

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 10

1.5 ข้อจำกัดของโครงงาน 11

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

2.1 Single Board Computer 12

2.2 Network Connections 16

2.3 Storage system 19

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบ และพัฒนา 24

3.1 ภาพรวมอุปกรณ์ (Device Diagram) 24

3.2 ภาพรวมการให้บริการ (Use case Diagram) 25

3.3 ภาพรวมการจัดการการเชื่อมต่อ (Network Diagram) 26

3.4 ภาพรวมบริการการจัดเก็บข้อมูล (Storage Service Diagram) 27

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง 29

4.1 การทดสอบการเชื่อมต่อ 29

4.2 การทดสอบการบริการรับฝากข้อมูล NAS 35

4.3 การทดสอบการเปลี่ยนเส้นทางข้อมูลด้วย VPN 45

4.4 การทดสอบในสถานการณ์สมมติ 47

บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ 54

5.1 บทสรุป 54

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 54

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ 55

บรรณานุกรม 56

ภาคผนวก 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูป **หน้า**

2.1 ROCK PI 4B ด้านหน้า....12
2.2 เครื่องหมายการค้าของ Linux....13
2.3 เครื่องหมายการค้าของ Debian....14
2.4 เครื่องหมายการค้าของ Raspbian....14
2.5 เครื่องหมายการค้าของ Ubuntu....15
2.6 Ubuntu GNOME desktop....15
2.7 Ubuntu MATE desktop....16
2.8 การเชื่อมต่อแบบ WLAN....16
2.9 ตัวอย่าง WLAN router....17
2.10 LTE System Architecture....18
2.11 การแสดงให้เห็นถึงการสร้างnetwork tuning ผ่านระบบเครือข่ายสาธารณะโดยใช้บริการของ VPN....19
2.12 เครื่องหมายการค้าของ ext4....20
2.13 การจัดเก็บข้อมูล และการแชร์ไฟล์....21
2.14 VFTPD FTP Server....21
2.15 เครื่องหมายการค้าของ SAMBA....22
2.16 เครื่องหมายการค้าของ Rclone....23
3.1 แผนภาพรวมอุปกรณ์....24
3.2 แผนภาพรวมการให้บริการ....25
3.3 แผนภาพการจัดการการเชื่อมต่อ....26
3.4 แผนภาพบริการการจัดเก็บข้อมูล....27
4.1 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อภายในวง LAN....29
4.2 ตารางเทียบ Mac Address กับที่อยู่ IP จาก Address Resolution Protocol....30
4.3 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน Ethernet interface....31
4.4 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน Ethernet interface ด้วยการ Traceroute....32
4.5 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน 4G LTE interface....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป **หน้า**

4.6 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน 4G LTE interface ด้วยการ Traceroute 34
4.7 ผลการ Checksum ประเภท sha 256 ผ่าน Port FTP.....35
4.8 ผลการ Checksum ประเภท sha 256 ผ่าน Port SMB 37
4.9 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port FTP ในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์.....38
4.10 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port FTP ในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile 39
4.11 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port FTP ในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ โดยทดสอบผ่าน 4G LTE 40
4.12 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port FTP ในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile โดยทดสอบผ่าน 4G LTE.....41
4.13 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port SMB ในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์.....42
4.14 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port SMB ในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile 43
4.15 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port SMB ในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ โดยทดสอบผ่าน 4G LTE 44
4.16 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port SMB ในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile โดยทดสอบผ่าน 4G LTE.....45
4.17 ผลการตรวจสอบที่อยู่ IP ก่อนและหลัง.....46
รูป 4.18 ผลการทดสอบ ping ในขณะที่การเชื่อมต่อ 4G ยังคงทำงานอยู่ และหลังจากตัดการเชื่อมต่อ 4G.....48
4.19 ผลการทดสอบ ping ในขณะที่การเชื่อมต่อ 4G ยังคงทำงานอยู่ แล้วพบการศูนย์เสียของข้อมูล และหลังจากตัดการเชื่อมต่อ 4G 49
4.20 ผลการทดสอบ ping ในขณะที่ระบบเครือข่าย Wi-Fi ยังทำงานเป็นปกติ และหลังจากระบบเครือข่าย Wi-Fi ถูกตัดการเชื่อมต่อในทางกายภาพ.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป **หน้า**

4.21 บังคับให้เกิดรอบ Update ด้วยการใช้คำสั่งบน Terminal ในขณะที่อุปกรณ์ขาดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอก.....52
4.22 บังคับให้เกิดรอบ Update ด้วยการใช้คำสั่งบน Terminal หลังจากการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกกลับมาใช้งานได้.....52
4.23 บังคับให้เกิดรอบการ Update ด้วยการใช้คำสั่งบน Terminal พร้อมทั้งตัดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกในระหว่างการ Update 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

4.1 ตารางแสดงค่าความจริงของการทำงานของส่วนประกอบบนอุปกรณ์ MiFile.....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันหลายคนใช้ Network ตามสถานที่ต่าง ๆ ที่มีอินเตอร์เน็ตให้บริการโดยพบปัญหา คือ อินเตอร์เน็ตไม่มีความสเถียร ถูกจำกัดความเร็วในการใช้งานอินเตอร์เน็ต และบางครั้งก็ไม่สามารถเข้าถึงอินเตอร์เน็ตได้ หรือสถานที่นั้นมีการติดตั้ง Access Point (เครื่องกระจายสัญญาณ Wi-Fi) แล้ว ก็ยังพบปัญหาคลื่น Wi-Fi ที่มีมากจนเกินไป จนทำให้คลื่นเกิดการตีกันทั้งภายในอาคารและนอกอาคาร หรือการซื้อ Router มาติดตั้งด้วยตนเอง เพื่อมาปล่อยสัญญาณ และพยายามหลบ Channel ไม่ให้ชนกันแล้ว ก็ยังสามารถพบปัญหานี้อยู่เมื่อผ่านการใช้ไปสักระยะ และการซื้อ Router ก็มีราคาค่อนข้างสูง และมีขนาดที่ใหญ่ หรือเลือกซื้อ Mini Router แทนก็หาซื้อได้ยาก จึงทำให้การเลือกใช้คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวแทนนั้นง่ายกว่า เพราะ หาซื้อได้ง่าย มีขนาดเล็ก สามารถพกพาได้ และยังเป็นที่รองรับระบบปฏิบัติการต่าง ๆ เสมือนคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเขียนฟังก์ชั่นเพิ่มเติมได้

เนื่องจากคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว (Single Board Computer) เป็นคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นบนแผงวงจรเดี่ยวที่มีความสมบูรณ์ โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์, หน่วยความจำ, อินพุต/เอาต์พุต (I/O) และมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับคอมพิวเตอร์ใช้งานได้ และเพื่อใช้เป็นคอนโทรลเลอร์ คอมพิวเตอร์แบบฝัง คอมพิวเตอร์หลายประเภทรวมฟังก์ชั่นทั้งหมดไว้ในแผงวงจรเดียว ประหยัดพลังงาน และมีช่องที่สามารถนำอุปกรณ์มาต่อพ่วง หรือส่วนขยาย เช่น การต่อ Sensor วัดอุณหภูมิ วัดความชื้น การต่อรีเลย์ หรือเซอร์โวมอเตอร์ การต่อ External Hard disk หรือ Massed Data Storage ไม่ว่าจะใช้ Protocol แบบใดก็ตาม แล้วสามารถแชร์ไฟล์ลงบนระบบเครือข่ายเป็น NAS (Network Attached Storage) หรือ FTP (File Transfer Protocol) Server ประจำบ้าน และปัจจุบันคนหนึ่งคนมักมีสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และแล็ปท็อปคอมพิวเตอร์ การมี NAS ประจำบ้านจะทำให้ Sync My Document ระหว่างเครื่องได้แทนที่จะต้องใช้แล็ปท็อปคอมพิวเตอร์เป็นศูนย์กลาง หรืออาศัย Cloud service ในอินเตอร์เน็ต การ Download แบบ Bit-torrent ต่อเข้ากับโทรทัศน์เพื่อเป็น media player ดูภาพยนตร์จากไฟล์โดยที่ไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ และและสามารถทำ VPN Server เมื่ออยู่นอกบ้านทำให้สามารถเข้ามาใช้ทรัพยากรภายในบ้านได้ เช่น การเอาไฟล์ใน NAS หรือสั่ง Download โดยใช้อินเตอร์เน็ตของบ้าน โดยไม่ติดบล็อก และเมื่อรับสัญญาณข้อมูลผ่านบริการ 3G/4G โดยใช้ Sim card อุปกรณ์จะสามารถสร้าง Local Area Network และทำการกระจายสัญญานข้อมูลจากภายนอก Local Area Network ให้กับอุปกรณ์ภายใน Local Area Network ผ่านระบบ Wi-Fi (IEEE 802.11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ไปให้กับอุปกรณ์ที่รับสัญญาณ Wi-Fi (IEEE 802.11) โดยทั่วไปจะใช้ Wi-Fi เป็นหลัก และเป็นหนึ่งในสาเหตุของชื่อ **MiFile**

โครงงาน “การพัฒนาอุปกรณ์ MiFile ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว (MiFile Device Development on Single Board Computer)” นี้จึงถูกจัดทำขึ้นโดยชื่อ **MiFile** มาจากคำว่า My Wi-Fi และ My File ที่สื่อถึงเอกลักษณ์ของอุปกรณ์ที่ต้องการจัดทำจากปัญหาดังกล่าวโดยที่อุปกรณ์ที่จัดทำจพต้องมีขนาดเล็กพอที่จะสามารถพกพาได้ สามารถทำตัวเป็นอุปกรณ์ Network ที่ปล่อยสัญญาน Wi-Fi ได้ และสามารถให้บริการด้านการเก็บ File ได้ ทั้งนี้เพื่อทำการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยี ให้คนทั่วไปสามารถใช้งานได้ง่าย จนเป็นประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินชีวิตประจำวัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อพัฒนาให้คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวขนาดพกพาเสริมประสิทธิภาพในการใช้งานอุปกรณ์อื่น ๆที่สามารถทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ต้นข่ายต่อเครือข่ายไร้สายที่ทำงานบนระบบการเชื่อมต่อไร้สายแบบ IEEE 802.11 ได้ และทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูลจำนวนมากให้กับเครือข่าย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้นำความสามารถของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น
2) ได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนภายในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้งาน
3) เพิ่มความสะดวกสะบายในการเข้าถึงอินเตอร์เน็ตโดยใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่าย และการพกพาได้ง่าย
4) คอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวช่วยเสริมประสิทธิภาพในการใช้งานอุปกรณ์อื่น ๆ ผ่านการใช้งานเครือข่ายในการทำงานหรือช่วยในการทำงานได้ดียิ่งขึ้น

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1) พัฒนา Software adapter บนคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว ที่ทำงานบนระบบเครื่อข่ายและมีความสามารถในการสร้างเครือข่ายขนาดเล็กผ่านระบบไร้สายแบบ Wireless LAN environment ให้กับอุปกรณ์อื่น ๆที่ผู้ใช้ต้องการ
2) โครงการนี้จะไม่ยุ่งเกี่ยวกับการปรับแต่งสถาปัตยกรรมของอุปกรณ์ เช่น การเปลี่ยน PCIe lane หรือการเปลี่ยนองค์ประกอบ ที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3) เนื่องจากคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวทั่วไปส่วนมากไม่มีแบตเตอรีในตัว จึงสมมติว่าคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวทำงานอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ใช้พลังงานในการประมวลผลจากแหล่งอื่น เช่น จากแบตเตอรี่สำรอง หรืออแดปเตอร์แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ

1.5 ข้อจำกัดของโครงงาน

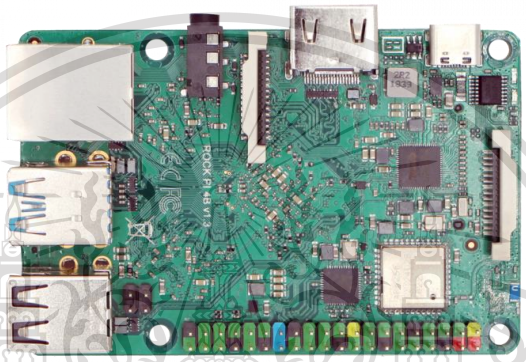
1) เนื่องจากchipsetสำหรับควบคุมการเก็บข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อ PCI M.2 บนอุปกรณ์ ROCK PI 4 ไม่รองรับ Protocol การเก็บข้อมูลแบบ SATA ได้ จึงทำให้ขอบเขตของอุปกรณ์ M.2 ที่สามารถเข้ากันได้กับอุปกรณ์ ROCK PI 4 มีปริมาณลดลง
2) เนื่องจากไม่ได้เป็นตัวประมวลร่วม (Coprocessor) ทำให้เกิดความล้าช้าในการรับ-ส่งข้อมูลเข้าออก ในรูป แบบของแพคเกจ (Packets)
3) เนื่องจากอุปกรณ์เสริมสำหรับการเชื่อมต่อ 3G/4G ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับปฏิบัติการ Linux หรือสำหรับทำงานบนหน่วยประมวลผล ARM บนคอมพิวเตอร์บอลเดี่ยวทำให้จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์อื่น ๆมารองรับเพื่อทำให้อุปกรณ์เสริมสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์
4) ความสามารถหรือฟังก์ชั่นบางอย่างของอุปกรณ์บางชนิดไม่สามารถใช้งานได้จาก Driver หรือ Kernel (ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตการพัฒนา)ที่ผู้พัฒนาอุปกรณ์ยกเลิกการสนับสนุน ทำให้อุปกรณ์นั้นไม่สามารถนำมาเป็นตัวอย่างสำหรับการใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Single Board Computer

2.1.1 ROCK PI 4B



รูป 2.1 ROCK PI 4B ด้านหน้า

ROCK PI เป็นคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวที่สร้างจากสถาปัตยกรรม Rockchip RK3399 พัฒนาโดย Radxa และมีราคาถูก เมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปปกติ โดยมีความสามารถทำงานทั้งกับระบบปฏิบัติการณ์ Android และ Linux ซึ่งทำงานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกอย่าง ผู้ใช้สามารถต่อ ROCK Piเข้ากับจอคอมพิวเตอร์หรือจอทีวีที่รองรับ HDMI หรือถ้าไม่มีพอร์ต HDMI ก็ไม่ต้องกังวล สามารถต่อผ่านสายสัญญาณวิดีโอปกติ (เส้นสีเหลือง) ได้ แต่ความละเอียดจะต่ำกว่า

นอกจากต่อจอแสดงผลแล้ว ยังสามารถต่ออุปกรณ์รับข้อมูลได้ด้วย ROCK Pi รองรับเมาส์ และคีย์บอร์ดผ่าน USB port ปกติ จึงสามารถนำเมาส์ และคีย์บอร์ดที่มีอยู่แล้วมาต่อได้เลย ระบบจ่ายไฟทำได้ง่ายมาก เพียงเสียบสาย USB type C ที่เราใช้ชาร์จมือถือและอุปกรณ์อื่น ๆ เข้ากับคอมพิวเตอร์ หรือเข้ากับหัวชาร์จไฟมือถือก็ได้เช่นกัน

คุณลักษณะของบอร์ด ROCK PI 4 Model B

- 64bits hexa core processor Rockchip RK3399 Dual Cortex-72, frequency 1.8GHz with qual Cortex-A53, frequency 1.4GHz Mali T860MP4 GPU
- LPDDR4 64bit dual channel LPDDR4@3200Mb/s, 4GB (1GB/2GB optional)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- GbE LAN with Power over Ethernet (PoE) support additional HAT is required for powering from PoE
- 802.11 ac wifi, Bluetooth 5.0, with on board antenna
- 40-pin expansion header, 2 x UART, 2 x SPI bus, 3 x I2C bus, 1 x PCM/I2S, 1 x SPDIF, 2 x PWM, 1 x ADC, 6 x GPIO, 2 x 5V DC power in, 2 x 3.3V DC power in
- HDMI 2.0 up to 4k@60, MIPI DSI 2 lanes via FPC connector; HDMI and MIPI DSI can work at the same time, support mirror mode or extend mode.
- USB 3.0 OTG X1, hardware switch for host/device switch, upper one
- USB 3.0 HOST X1, dedicated USB 3.0 channel, lower one
- USB 2.0 HOST X2
- eMMC module (Optional industrial compatible high performance eMMC module, 8GB/16GB/32GB/64GB/128GB available)
- Micro SD card (Micro SD slot supports up to 128 GB Micro SD card)
- M.2 SSD (M.2 connector supports up to 2T M2 NVME SSD)
- 3.5mm jack with mic
- MIPI CSI 2 lanes via FPC connector, support up to 800 MP camera.
- USB PD, support USB Type C PD 2.0, 9V/2A, 12V/2A, 15V/2A, 20V/2A.

Qualcomm® Quick ChargeTM: Supports QC 3.0/2.0 adapter, 9V/2A, 12V/1.5A

2.1.2 Linux OS

Linux คือ กลุ่มระบบปฏิบัติที่ใช้ลินุกซ์ เคอร์เนล เป็นศูนย์กลางทำงานร่วมกับเครื่องมืออื่น ลินุกซ์เป็นซอฟต์แวร์เสรีที่อนุญาตให้สาธารณะสามารถดูและนำโค้ดของลินุกซ์ไปใช้งาน แก้ไข แจกจ่ายได้อย่างเสรี มีพื้นฐานมาจากระบบปฏิบัติการ Unix

รูป 2.2 เครื่องหมายการค้าของ Linux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

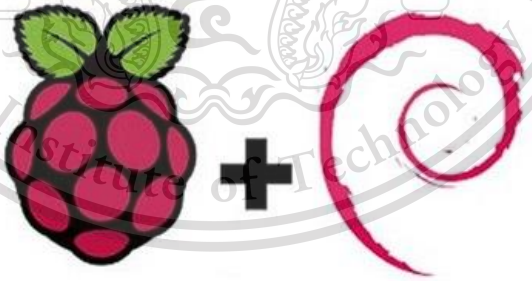
1) Debian

Debian ชื่อเต็ม Debian GNU/Linux เป็นรูป แบบหนึ่งของระบบปฏิบัติการ Linux พัฒนาโดยกลุ่มอาสาสมัครในโครงการชื่อเดียวกัน “เดเบียน” โดยใช้เคอร์เนลลินุกซ์เป็นพื้นฐานในการพัฒนา การพัฒนาใช้เครื่องมือต่างๆ ภายใต้ใบอนุญาต GNU มาประกอบรวมกันเป็นระบบปฏิบัติการ

รูป 2.3 เครื่องหมายการค้าของ Debian

2) Raspbian

Raspbian เป็นระบบปฏิบัติกาที่ใช้ Debian สำหรับ Raspberry Pi ตั้งแต่ปี 2015 Raspberry Pi Foundation ได้รับการจัดหาอย่างเป็นทางการให้เป็นระบบปฏิบัติการหลักสำหรับคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวขนาดพกพาของตระกูล Raspberry Pi



รูป 2.4 เครื่องหมายการค้าของ Raspbian

3) Ubuntu

Ubuntu เป็นระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เป็นระบบปฏิบัติการแบบเปิดซึ่งมีพื้นฐานบนลินุกซ์ดิสทริบิวชันที่พัฒนาต่อมาจากเดเบียน ปัจจุบันเป็นที่ได้รับความนิยมโดยเฉพาะในด้านกราฟฟิก UI ที่ใช้ในชื่อว่า Ubuntu Desktop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูป 2.5 เครื่องหมายการค้าของ Ubuntu

2.1.2.1 Graphic UI

1) Ubuntu GNOME

Ubuntu GNOME เป็น Linux distribution ที่เลิกผลิตแล้วซึ่งเป็นซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สฟรี Ubuntu GNOMEใช้สภาพแวดล้อมเดสก์ท็อป GNOME 3 ที่บริสุทธิ์กับ GNOME Shell แทนที่จะใช้ Unity เชลล์กราฟิก

รูป 2.6 Ubuntu GNOME desktop

2) Ubuntu MATE

Ubuntu MATE เป็น Linux distribution แบบโอเพ่นซอร์สฟรี และอนุพันธ์อย่างเป็นทางการของ Ubuntu ความแตกต่างหลักจาก Ubuntu คือใช้สภาพแวดล้อมเดสก์ท็อป MATE เป็นอินเทอร์เฟซผู้ใช้เริ่มต้น (ตาม GNOME 2 ที่การพัฒนาได้หยุดลงแล้ว) แทนสภาพแวดล้อมเดสก์ท็อป GNOME 3 ที่เป็นอินเทอร์เฟซผู้ใช้เริ่มต้นสำหรับ Ubuntu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูป 2.7 Ubuntu MATE desktop

2.2 Network Connections

2.2.1 Local Connection (LAN)

เครือข่ายท้องถิ่น (LAN) เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ในพื้นที่ที่จำกัด เช่น บ้านที่อยู่อาศัย โรงเรียน มหาวิทยาลัย สำนักงานหรือบริเวณเดียวกันที่สามารถลากสายถึงกันได้

2.2.2 WLAN

WLAN (Wireless LAN) แลนไร้สาย คือ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สายที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ตั้งแต่สองตัวขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเครือข่ายแบบ LAN (เครือข่ายท้องถิ่น) ผ่านการสื่อสารแบบไร้สาย ในบริเวณจำกัด เช่นภายในบ้าน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ได้ โดยการเชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์แอกเสสพอยท์ (Access Point) ในปัจจุบัน WLAN ทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.11 และมีชื่อเรียกทางการค้าที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า Wi-Fi

รูป 2.8 การเชื่อมต่อแบบ WLAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.3 WLAN router/wireless router (multifunctional network device)

อุปกรณ์เครือข่ายหลากหลายฟังก์ชัน(multifunction network device) เป็นชื่อเรียกที่บริษัท cisco ให้กับอุปกรณ์เครื่อข่ายที่ทำหน้าที่บนเป็นเครือข่ายอื่นได้ตั้งแต่ 1 หน้าขึ้นไป ที่เช่น อุปกรณ์เราเตอร์ (Router) ที่ทำหน้าเป็นสวิทช์ (Network Switch/Network Bridge) ในรายงานฉบับนี้อุปกรณ์ **MiFile** ทำหน้าที่เป็น Router, managed switch และ Wireless Access Point เพื่อสร้างเครือข่ายแบบ Ad hoc โดยมีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า ไวร์เลสเราเตอร์ (Wireless Router) ในที่นี้คืออุปกรณ์สามารถทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่าง WAN และ LAN จากคุณสมบัติการเป็นเราเตอร์ และมีความสามารถในการเป็นอุปกรณ์ในการปล่อยสัญญาน Wi-Fi จากคุณสมบัติการเป็นแอกเสสพอยท์ (Access Point)

รูป 2.9 ตัวอย่าง WLAN router

2.2.4 Wired WAN

แวน (Wide area network หรือ WAN) คือ เครือข่ายงานที่ครอบคุมพื้นที่บริเวณกว้างที่อยู่ห่างไกลกันมาก อาจจะอยู่ระหว่างเมืองหรือระหว่างประเทศ เช่น การเชื่อมต่อเครือข่ายของสำนักงานสาขาย่อยเข้ากับเครือข่ายของสำนักงานใหญ่ที่อยู่กันคนละที่ คนละเมืองที่ห่างไกลกัน หรือการเชื่อมต่อระหว่างประเทศทั่วโลก จะติดต่อกันด้วยระบบการสื่อสารทางไกลความเร็วสูง หรือการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมโยงติดต่อถึงกันได้

2.2.5 Wireless WAN(4G LTE)

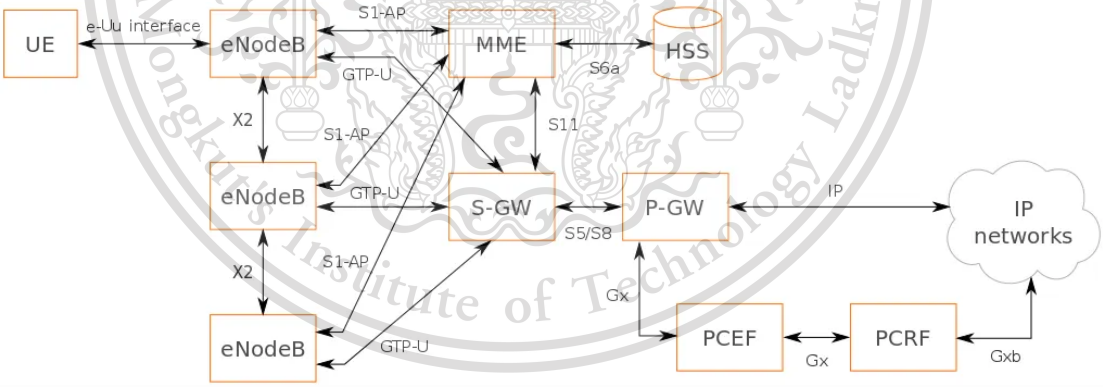
WWAN หรือ Wireless Wide area network เครือข่ายงานไร้สายบริเวณกว้าง คือรูปแบบหนึ่งของระบบเครื่อข่ายไร้สาย มีขนาดการให้บริการคล้ายคลึงกับแวน แต่มีการใช้งานเทคโนโลยีคลื่นวิทยุในการสร้างการชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ในเครือข่ายทำให้แต่ละอุปกรณ์มีความคล่องตัวมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

WWAN มีข้อแตกต่างอย่างมากถ้าเทียบกับ WLAN คือการใช้งานระบบสารสนเทศโทรศัพท์เช่น 2G 3G 4GLTE ในการรับ/ส่งข้อมูล ในบางกรณีสามารถเรียกได้ว่าเป็น Mobile Broadband เทคโนโลยี WWAN สามารถได้ตั้งแต่ระดับภูมิภาค ระดับประเทศจนกระทั่งถึงระบบดับที่คลอบคลุมทั่วโลกขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการ

4G คือรุ่นที่ 4 (ตัว G ใน 4G มาย่อคำว่า Generation) ของเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลโทรศัพท์ ถูกพัฒนาต่อยอดจาก 3G และเป็นพื้นฐานในการพัฒนา 5G ระบบ 4G ต้องมีความสามารถตามที่องค์กร ITU (International Telecommunication Union) กำหนดไว้ เช่น มีความเร็วอย่างน้อย 100 Mbit/s มีประสิทธิภาพการใช้ความถี่อย่างน้อย 3bit/s.Hz เมื่อ Download และ 2.25 bit/s.Hz เมื่อ Upload เปิดใช้งานครั้งแรกของ Long Term Evolution หรือLTE ให้สาธารณะชนได้ใช้ เกิดขึ้นที่กรุงออสโล ประเทศนอร์เวย์ และที่กรุงสตอร์คโฮม ประเทศสวีเดน ในปีค.ศ. 2009

LTE เป็นการสื่อสารไร้สายมาตรฐานข้อมูลความเร็วสูงสำหรับโทรศัพท์มือถือและสถานีข้อมูล พื้นฐานตั้งอยู่ในเทคโนโลยีเครือข่าย GSM / EDGE และ UMTS / HSPA พร้อมการเปลี่ยนแปลงในแง่ของความจุที่เพิ่มขึ้นและความเร็วที่สูงขึ้นโดยทำให้เครือข่ายหลักง่ายขึ้นและใช้อินเตอร์เฟสวิทยุที่แตกต่างกัน



รูป 2.10 LTE System Architecture

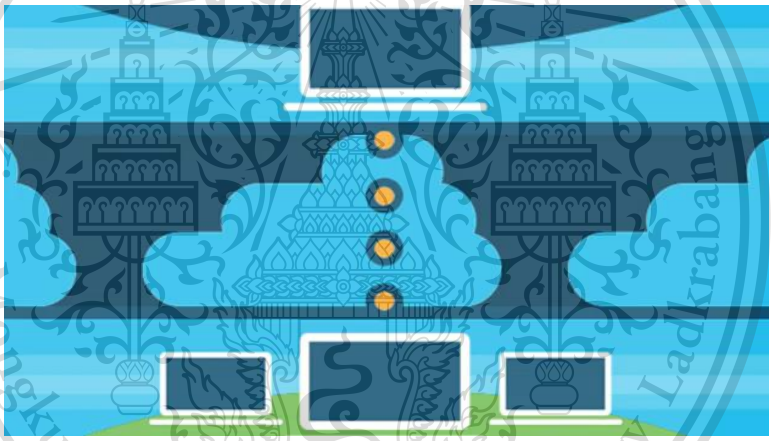
LTE ใช้ Duplex Division Division (FDD) หรือ Time Division Duplex (TDD) ในขณะที่ FDD ใช้แถบความถี่แยกเพื่อส่งข้อมูลuplink และ downlink TDD ใช้ช่วงเวลาบนความถี่เดียวกันสำหรับทั้งuplink และ downlink

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.6 VPN(Virtual Private Network)

เครือข่ายส่วนตัวเสมือนหรือ VPN คือการเชื่อมต่อที่เข้ารหัสผ่านอินเทอร์เน็ตจากอุปกรณ์ไปยังเครือข่าย การเชื่อมต่อที่เข้ารหัสช่วยให้ข้อมูลที่ต้องการความปลอดภัยสูงจะถูกส่งอย่างปลอดภัย ช่วยป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตดักฟังการรับส่งข้อมูลและช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำงานจากระยะไกลได้ (Man in the middle attack) เทคโนโลยี VPN ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในองค์กรต่าง ๆ

VPN จะขยายเครือข่ายขององค์กรผ่านการเชื่อมต่อที่เข้ารหัสผ่านอินเทอร์เน็ต เนื่องจากการรับ-ส่งข้อมูลถูกจะถูกเข้ารหัสระหว่างอุปกรณ์และเครือข่ายในขณะที่ข้อมูลอยู่ระหว่างเส้นทางการเชื่อมต่อ ตัวอย่างการใช้งาน เช่น พนักงานสามารถทำงานนอกสำนักงานและยังคงเชื่อมต่อกับเครือข่ายขององค์กรได้อย่างปลอดภัย แม้แต่สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตก็สามารถเชื่อมต่อผ่าน VPN ได้



รูป 2.11 การแสดงให้เห็นถึงการสร้างnetwork tuning ผ่านระบบเครือข่ายสาธารณะโดยใช้บริการของ VPN

2.3 Storage system

ในการทำงานของอุปกรณ์ดิจิตอลในยุคปัจจุบันระบบจัดการข้อมูลคือส่วนหนึ่งที่สำคัญซึ่งทำหน้าที่ในการจัดการให้ข้อมูลบน hardware สามารถเข้าถึงได้โดยผู้ใช้งานทั่วไปโดยข้อมูลต่อไปนี้จะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนคือข้อมูลเกี่ยวกับระบบการจัดการข้อมูลชั้นอุปกรณ์ (Journaling file system) และระบบการจัดการข้อมูลชั้นเครือข่าย (Network file systems)

2.3.1 Ext4 file system

ระบบการจัดการไฟล์ ext4 เป็นระบบไฟล์ในสายการพัฒนา ext ซึ่งเป็นระบบไฟล์ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Linux โดยเฉพาะโดยได้รับแรงบันดาลใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การโครงสร้างข้อมูลอภิพันธุ์มาจากระบบการจัดการไฟล์บนระบบปฏิบัติการ Unix ที่เป็นต้นแบบของระบบปฏิบัติการ Linux และโดยเริ่มต้นการพัฒนาที่ระบบการจัดการไฟล์ชื่อ ext หรือ extended fire system ซึ่งเป็นที่มาของสายการพัฒนาข้างต้น เปิดตัวเมื่อปี 1992 ต่อมาได้มีการพัฒนาต่อมาเป็น ext2 และ ext3

ระบบการจัดการไฟล์ ext4 ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นรุ่นต่อไปของระบบการจัดการไฟล์ ext3 ที่มีความสามารถในการป้องกันไฟเสียหายจากข้อผิดพลาด และมีการเพิ่มศักยภาพและลดข้อจำกัดของระบบ ext3 ลง ระบบการจัดการไฟล์ ext4 มีความสามารถเพิ่มเติมจากระบบการจัดการไฟล์ ext3 ข้างต้นคือ เพิ่มขนาดต่อไฟล์ที่สามารถบันทึกได้เป็น 16 TB/ไฟล์ (1600000 MB) และลองรับความจุรวมของหน่วยจัดเก็บข้อมูลได้ 1 Exbibyte (144,115.2 TB)

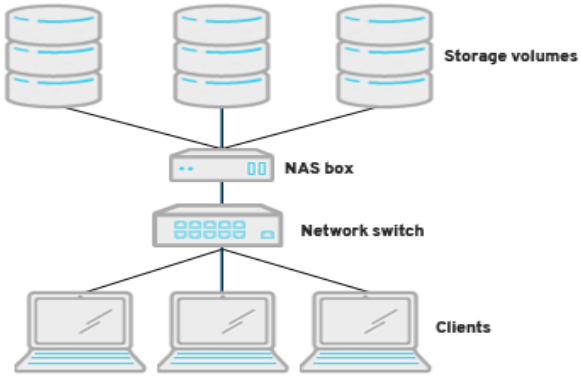
รูป 2.12 เครื่องหมายการค้าของ ext4

2.3.2 NAS

หน่วยเก็บข้อมูลบนเครือข่าย (Network-Attached Storage / NAS) คือหน่วยเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ระดับไฟล์ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งเพื่อให้บริการเก็บ/รับฝากข้อมูลให้กับเครื่องลูกขายที่เข้ามาใช้บริการ ส่วนมากจะทำงานอยู่บนเครือข่ายในชั้น LAN/MAN ให้บริการเครื่องลูกข่ายในบ้าน/ในองค์กร/เครือข่ายวิทยาเขต ระบบการฝากไฟล์แบบ NAS ช่วยลดภาระจัดการที่ผู้ใช้ภายในระบบไปพึ่งพาหน่วยเก็บข้อมูลอื่นภายนอกระบบเครือข่าย ในรอบการฝากข้อมูลของอุปกรณ์ NAS ในปัจจุบันมักใช้ Protocol สำหรับรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเป็น NFS, SMB, FTP เป็นต้น

ในปัจจุบันการจัดตั้งอุปกรณ์แม่ข่าย NAS นั้นทำได้ง่ายมากเนื่องจากความง่ายในการเข้าถึงซอฟท์แวร์และระบบปฏิบัติการเสรีที่เอื้อต่อการสร้างเครื่องแม่ข่าย เช่น Linux และอุปกรณ์เดมอนต่างๆที่สามารถใช้งานได้ฟรีบนระบบปฏิบัตกการณ์ข้างต้น เช่น NFS daemon, SMB daemon (samba) และ FTP daemon (Vsftpd)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 2.13 การจัดเก็บข้อมูล และการแชร์ไฟล์

2.3.2.1 Vsftpd

Vsftpd ชื่อเต็มว่า very secure FTP daemin เป็นซอฟต์แวร์พื้นหลัง (daemon)สำหรับระบบปฏิบัติการที่ทำงานบนพื้นฐานของ Unix และใกล้เคียง (Linux จัดอยู่ในประเภทเบื้องต้นเช่นกัน) จุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องแม่ขายสำหรับบริการ FTP ให้มีความมั่นคงและปลอดภัย ลดความเสี่ยงที่ผู้โจมตีจะเข้าถึงเซิร์ฟเวอร์โดยผ่านทางช่องโหว่ของ FTP ได้ นอกจากนี้โปรแกรม Vsftpd ยังมีคุณสมบัติอื่นๆ เช่น เป็นระบบที่มีขนาดเล็ก มีความสามารถในการจัดการ virtual users มีทางเลือกในการทำงานเป็นแบบ stand-alone configuration รวมถึงมีความสามารถจำกัดปริมาณการรับส่งข้อมูล ในการให้บริการในเซิร์ฟเวอร์ ที่ต้องการควบคุมการใช้งานได้อีกด้วย Vsftpd เป็นซอฟต์แวร์ตั้งต้นในการเปิดการใช้งานเครื่องแม่ขาย FTP ในระบบปฏิบัติการ Ubuntu, CentOS และ NimbleX เป็นต้น โดยมีใบอนุญาตทรัพย์สินทางปัญญาประเภท GNU เช่นเดียวกับระบบปฏิบัติการ Linux ส่วนมาก คือเป็นซอฟแวร์ที่สามารถนำมาใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

รูป 2.14 VFTPD FTP Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.2.2 Samba

Samba เป็นโปรแกรมฟรีในการเปิดโปรโตคอลเครือข่ายประเภท SMB ที่นิยมกันมากที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและเรียกใช้งานทรัพยากรข้อมูล แม่พื้นที่จัดเก็บ เครื่องพิมพ์ รวมถึงทรัพยากรอื่นๆที่อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่บนเครือข่าย Samba สามารถติดตั้งบนแพล็ตฟอร์มระบบปฏิบัติการที่หลากหลายได้ รวมถึง Linux แพล็ตฟอร์ม Unix OpenVMS และ O/S2 ทั้งนี้ SMB ที่เป็นพื้นฐานของ Samba เป็นตัวละครหลักที่ระบบปฏิบัติการ Windows ใช้ในการทำระบบแชร์ทรัพยากรบนเครื่องและข้อมูลต่างๆ

Samba มีพื้นฐานของโปรแกรมได้ทั้งบนเครื่องลูกข่ายและเครื่องแม่ข่ายบนโปรโตคอล Server Message Block (SMB) ลูกข่าย Samba SMB เรียกว่า SMB client การใช้ซอฟแวร์ลูกข่ายที่สนับสนุน SMB ผู้ใช้ (client) จะส่งชุดของคำร้องขอเป็นลูกข่ายไปยังแม่ข่าย Samba บนเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องเพื่อขอใช้ทรัพยากรณ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เครื่องคมพิวเตอร์นั้นให้ผู้อื่นมาใช้ร่วมกัน แม่ข่าย Samba บนเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องตอบสนองต่อคำร้องขอลูกข่ายด้วยการอนุญาตหรือปฏิเสธการเข้าถึงทรัพยากรสำหรับใช้ร่วมกันตามค่าที่ตั้งไว้

รูป 2.15 เครื่องหมายการค้าของ SAMBA

2.3.3 Rclone

Rclone เป็นโปรแกรมบรรทัดคำสั่งเพื่อซิงค์ไฟล์ และไดเรกทอรี ซึ่งเหมาะสำหรับนักพัฒนา และผู้ใช้ที่มีความสามารถทางด้านซอฟต์แวร์ Rclone สามารถทำการสำรองข้อมูลหรือซิงค์ข้อมูลที่ได้รับการเข้ารหัสและเก็บข้อมูลเป็นแบบส่วนตัว สามารถใช้งานได้บน Linux และRclone ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานกับบริการคลาวด์ที่จัดตั้งขึ้น ไม่จำเป็นต้องตั้งค่าบริการ rsync บนเครื่องระยะไกล Rclone สามารถทำงานร่วมกับ Google Drive, Dropbox, Google Cloud Storage, Microsoft One Drive เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูป 2.16 เครื่องหมายการค้าของ Rclone; Rclone เป็นโปรแกรมบรรทัดคำสั่งในการจัดการไฟล์ที่จัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาอุปกรณ์เก็บข้อมูลทางเครือข่าย

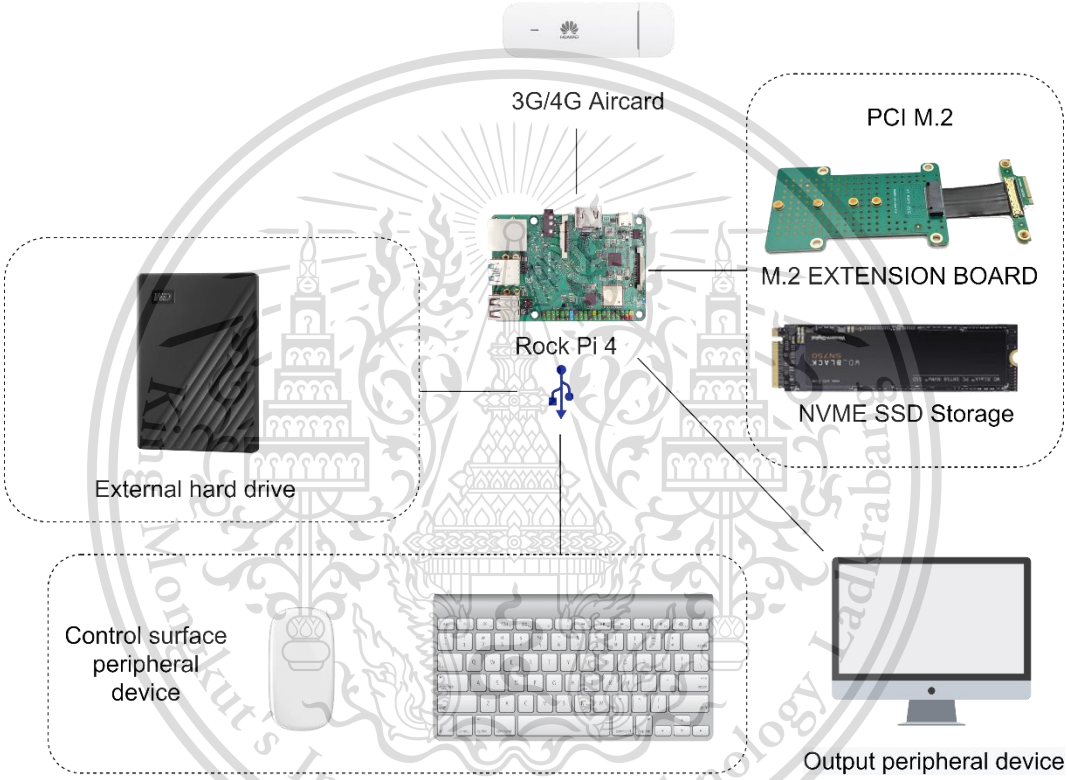
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนออุปกรณ์เกตเวย์ โดยออกแบบมาให้สามารถใช้งานในบ้านหรือสำนักงานขนาดเล็กได้ และความสามารถในการทำงานใกล้เคียงกับที่ พระราชบัญญัติ ว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 ต้องการมากที่สุด ซึ่งจุดมุ่งหมายของโครงงานนี้ คือ สามารถลดปัญหาค่าใช้จ่าย ที่ต้องใช้เทคโนโลยีจำนวนหนึ่ง เพื่อตอบโจทย์ Who, What, Where, When, Why ที่เกิดขึ้นจากการรับส่งข้อมูล พร้อมด้วยฟังก์ชั่นการใช้งานที่หลากหลายและครอบคลุม ทำให้การใช้งานอินเตอร์เน็ตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์นี้พัฒนาโดยใช้ FreeBSD เป็นพื้นฐาน และเพิ่มโปรแกรมประยุกต์ เพื่อให้สามารถใช้งานเป็นเกตเวย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในส่วนอินเตอร์เฟซผู้ใช้ ได้ใช้เว็บแอปพลิเคชันทำให้ใช้งานได้สะดวก โดยประกอบไปด้วยส่วนตั้งค่าระบบ การระบุตัวตนผู้ใช้งาน การดูบันทึกเหตุการณ์ และการทำรายงาน โดยทั้งหมดใช้ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
การออกแบบ และพัฒนา

3.1 ภาพรวมอุปกรณ์ (Device Diagram)

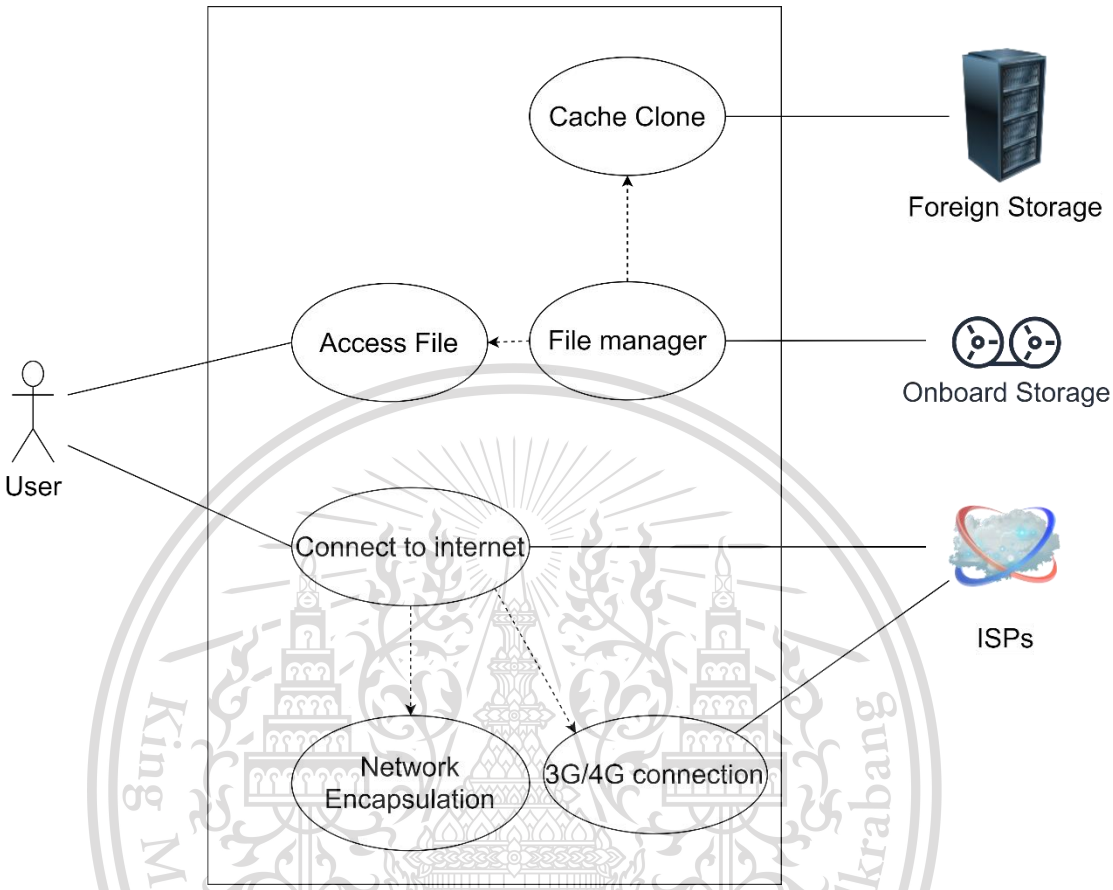


รูป 3.1 แผนภาพรวมอุปกรณ์

ในการออกแบบการเชื่อมต่อติดตั้งอุปกรณ์เสริม และเครื่องมือต่าง ๆสำหรับใช้ร่วมกับอุปกรณ์ ROCK PI 4 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ **MiFile** ได้ง่ายขึ้นจึงได้ใส่อุปกรณ์เม้าส์ คีย์บอร์ด และหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมอุปกรณ์ **MiFile** ได้โดยตรง ส่วนอุปกรณ์เก็บข้อมูลนั้นเป็นส่วนเสริมเพื่อเพิ่มพื้นที่การเก็บข้อมูลบนอุปกรณ์ **MiFile** ในกรณีที่ต้องการให้อุปกรณ์ **MiFile** ทำหน้าที่สำรองไฟล์ ทำให้สามารถแบ่งเป็น 2 รูป แบบ คือ แบบเชื่อมต่อผ่าน USB และแบบเชื่อมต่อผ่าน PCI M.2 ส่วนโมดูล 4G LTE Aircard นั้นมีหน้าที่เพื่อให้อุปกรณ์ **MiFile** สามารถทำหน้าที่เป็นไวไฟเราเตอร์ขนาดเล็กได้(ใกล้เคียงกับ Pocket Wi-Fi)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 ภาพรวมการให้บริการ (Use case Diagram)



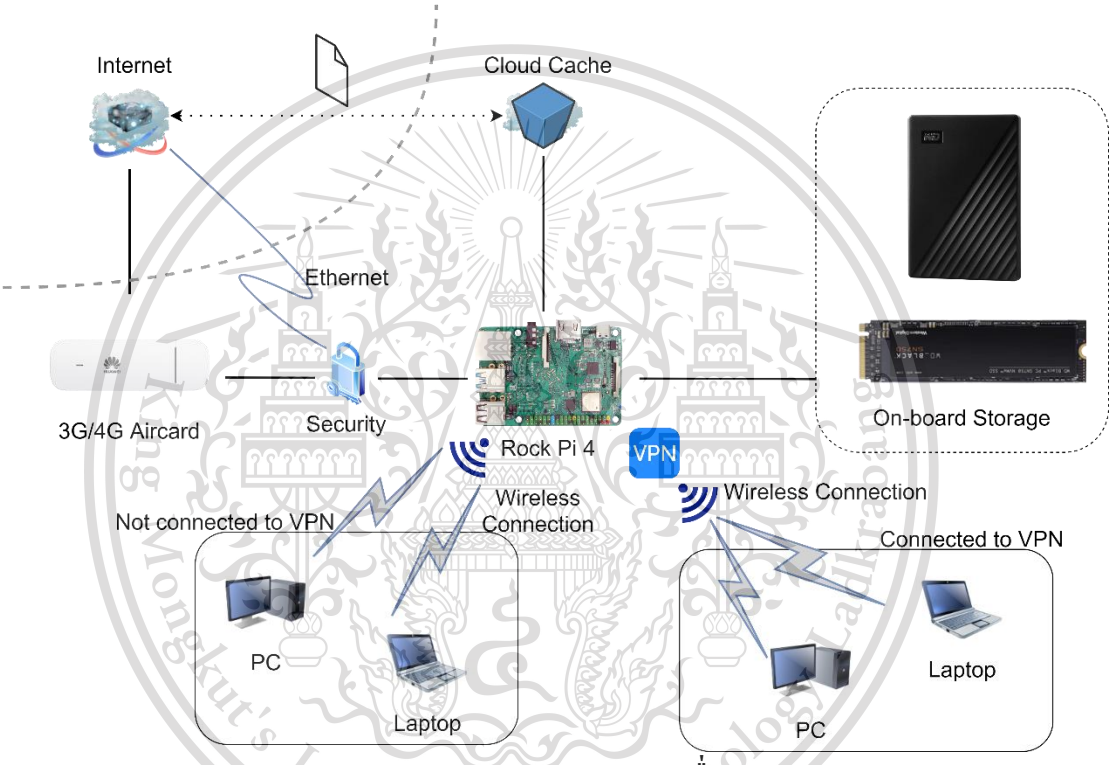
รูป 3.2 แผนภาพรวมการให้บริการ

- **Connect to internet** เกี่ยวกับการที่ผู้ใช้ต้องการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผู้ใช้งานจะต้องใช้ฟังก์ชันนี้โดยฟังก์ชันนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแปลรหัสข้อมูล คล้ายกับการทำงานของเครื่อง Wireless router ตามบ้าน
  - **Network Encapsulation** คือ ฟังก์ชันเสริมการใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยการสร้างการเชื่อมต่อเสมือน หรือ VPN (Virtual Private Network) ไปยังโฮสท์ที่ตั้งไว้
  - **4G LTE connection** คือ การเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกแบบพิเศษโดยทำการเชื่อมต่อผ่านระบบเสาสัญญาณโทรศัพท์ผ่านอุปกรณ์ที่ไม่ใช่อุปกรณ์พื้นฐานของอุปกรณ์ **MiFile**
- **File manager** คือ บริการจัดการไฟล์ที่มีอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยมีหน้าที่หลักเป็นการแปลงข้อมูลจากอุปกรณ์ผ่านแคนแนลของระบบปฏิบัติการมาให้ผู้ใช้สามารถอ่านได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- **Access file** คือ การกระทำของผู้ใช้ที่ต้องการเรียกดูข้อมูลผ่านบริการของ File manager
- **Cache clone** คือ เฟังก์ชันเสริมที่มีหน้าที่ติดต่อกับบริการรับฝากไฟล์ภายนอก เช่น AWS S3, Dropbox, Google Drive เพื่อคัดลอกข้อมูลจากบริการที่ได้เลือกไว้มาสำเนาบนอุปกรณ์ **MiFile** เพื่อเพิ่มคุณภาพการเข้าถึงของผู้ใช้

3.3 ภาพรวมการจัดการการเชื่อมต่อ (Network Diagram)



รูป 3.3 แผนภาพการจัดการการเชื่อมต่อ

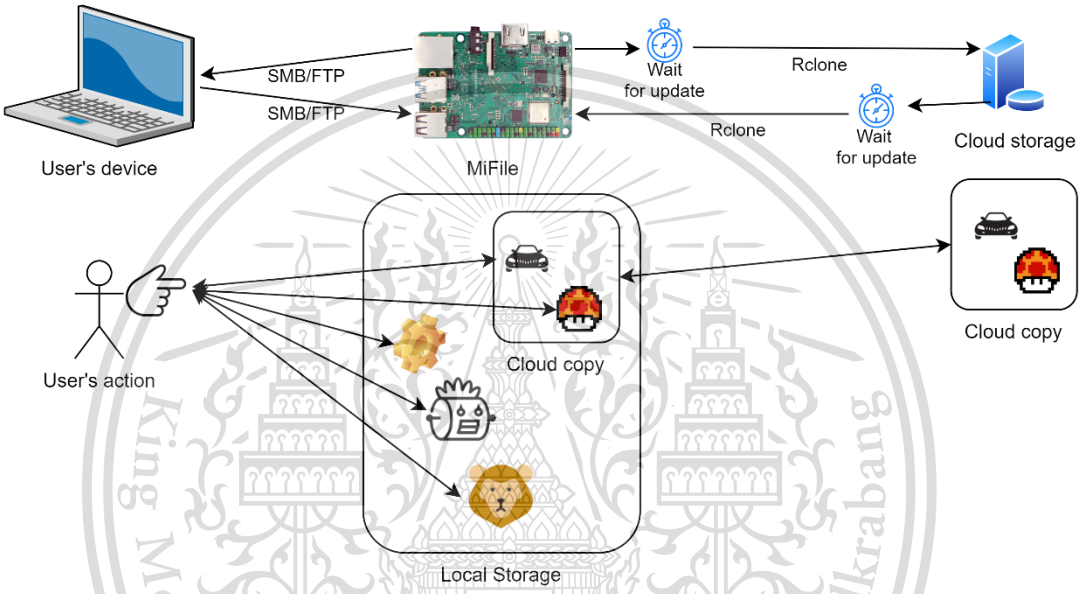
จากแผนภาพ ข้างต้นแสดงให้เห็นถึงเชื่อมต่อระหว่าง ROCK PI 4 ที่หน้าที่เป็นอุปกรณ์ **MiFile** กับอุปกรณ์เครือข่ายอื่น ๆ ผ่านตัวกลาง หรือผ่านอุปกรณ์เสริมชนิดต่าง ๆ ได้แก่ การสร้างเครือข่ายการเชื่อมต่อไร้สายแบบ Wi-Fi ผ่านโมดูล ap6256 บนเครื่อง การเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น ๆ (การเชื่อมต่อขั้น Backbones) ผ่านการเชื่อมต่อแบบ Ethernet (ในแผนภาพแสดงถึงการเชื่อมต่อไปยังผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต) และ 4G LTE ผ่านแอร์การ์ดไปยังผู้ให้บริการโทรศัพท์

ในการเชื่อมต่อภายใน ระบบที่ทำงานบนอุปกรณ์ **MiFile** มีสามารถในการเข้ารหัสและส่งต่อข้อมูล (Tunneling) ในรูป แบบ VPN ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์ตั้งค่า รวมถึงมีความสามารถในการให้บริการพื้นที่เก็บข้อมูลกับผู้ใช้เครือข่ายภายใน (ผ่าน Protocol SMB (Samba)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และ FTP ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานกำหนด) โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลข้างต้นจากเครือข่ายภายนอกได้ และคัดลอกข้อมูลจากผู้ให้บริการการฝากไฟล์ภายนอกมาเก็บบนหน่วยความจำบนเครื่องได้เพื่อลดระยะทางระหว่างการในการเรียกใช้/รับฝากข้อมูล ทำให้คุณภาพการให้บริการมากขึ้นจากทั้งการเพิ่ม Bandwidth และ ping ที่ลดลง

3.4 ภาพรวมบริการการจัดเก็บข้อมูล (Storage Service Diagram)



รูป 3.4 แผนภาพบริการการจัดเก็บข้อมูล

- **User's device** อุปกรณ์ของผู้ใช้ที่นำมาต่อกับอุปกรณ์ **MiFile** เช่น แล็ปท็อปคอมพิวเตอร์ เป็นต้น
- **Local Storage** อุปกรณ์ **MiFile** มีหน้าที่ในการรับฝากข้อมูลจาก User's device มาเก็บไว้บนพื้นที่จัดเก็บบนอุปกรณ์ **MiFile** และเป็นสื่อกลางในการพักข้อมูล/ติดต่อกับ Cloud storage เพื่อลด Traffic ที่เกิดจากการ Upload / Download จาก User's device และความล่าช้าในการเข้าถึงที่ผู้ใช้จะได้รับในกรณีการเข้าถึงข้อมูลปริมาณมากแบบสุ่ม รวมถึงกรณีที่ขาดการเชื่อมต่อกับ Cloud storage
- **Cloud storage** บริการรับฝากข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต เช่น Amazon S3, One drive, Drop box, Mega, Google Drive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทำงาน

- **User-local storage**

User's device จะติดต่อนำฝากหรือนำเข้าข้อมูลกับอุปกรณ์ **MiFile** ที่ทำหน้าที่เป็น Local Storage (ในกรณีทดสอบจะทำหน้าที่เหมือนกับ NAS) โดยใช้ SMB (Samba) หรือ FTP เป็น Protocol ในการรับ/ส่งข้อมูล

- **Local storage - Cloud storage**

ทุก ๆ 5 นาทีอุปกรณ์ **MiFile** จะทำการทำสำเนา Cloud copy ระหว่างตัวเองกับ Cloud storage ผ่าน Transmission Control Protocol (TCP) ด้วย Rclone โดย User's device จะมองเห็น Cloud copy เหมือนกับ Directory หนึ่งใน Local Storage ที่สามารถฝากไฟล์ไว้เพื่อให้อุปกรณ์ **MiFile** Upload ขึ้นไปบน Cloud storage ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 การทดสอบการเชื่อมต่อ

4.1.1 การทดสอบการเชื่อมต่อภายในวง LAN

4.1.1.1 การทดสอบด้วย ping

ใช้การทำ Network pinging ผ่านคำสั่ง ping บนโปรแกรม Terminal ของระบบปฏิบัติการ Windows เพื่อหาค่า RTT (Round Trip Time) ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบกั[อุปกรณ์ **MiFile** โดยขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

1) ในหน้าจอ Terminal ใช้คำสั่ง >ping [IP ที่ใช้ทดสอบ ในผลการทดลองใช้ 192.168.1.1 หรือ10.42.0.1]
2) บันทึกค่า RTT แล้วหาค่าเฉลี่ยโดยใช้กระบวนการทางสถิติ

```
C:\Users\penpi>ping 10.42.0.1

Pinging 10.42.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 10.42.0.1: bytes=32 time=10ms TTL=64
Reply from 10.42.0.1: bytes=32 time=12ms TTL=64
Reply from 10.42.0.1: bytes=32 time=13ms TTL=64
Reply from 10.42.0.1: bytes=32 time=13ms TTL=64

Ping statistics for 10.42.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 10ms, Maximum = 13ms, Average = 12ms

C:\Users\penpi>
```

รูป 4.1 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อภายในวง LAN; เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายภายในได้(เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ **MiFile** ได้) สังเกตจาก “Reply from 10.42.0.1: bytes=32 time=10ms TTL=64”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ **MiFile** ได้ตามที่คาดหวังแล้วตามที่เห็นคือจะมีค่า RTT เฉลี่ยอยู่ที่ 12 มิลลิวินาที ได้โดยมีค่า RTTต่ำสุดอยู่ที่ 10 มิลลิวินาทีและค่า RTT สูงสุดอยู่ที่ 13 มิลลิวินาที

4.1.1.2 การทดสอบด้วย ARP

เปรียบเทียบ Mac Address ของ **MiFile** ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบมากับ Mac Address จริงบน อุปกรณ์ **MiFile** เพื่อตรวจสอบ Address Resolution Protocol ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ **MiFile** ผ่านคำสั่ง arp -a บนโปรแกรม Terminal ของระบบปฏิบัติการ Windows

```
C:\Users\penpi>arp -a

Interface: 192.168.197.1 --- 0x8
  Internet Address      Physical Address      Type
  192.168.197.255       ff-ff-ff-ff-ff-ff     static
  224.0.0.22            01-00-5e-00-00-16     static
  224.0.0.251           01-00-5e-00-00-fb     static
  224.0.0.252           01-00-5e-00-00-fc     static
  239.255.255.250       01-00-5e-7f-ff-fa     static

Interface: 192.168.56.1 --- 0xc
  Internet Address      Physical Address      Type
  192.168.56.255        ff-ff-ff-ff-ff-ff     static
  224.0.0.22            01-00-5e-00-00-16     static
  224.0.0.251           01-00-5e-00-00-fb     static
  224.0.0.252           01-00-5e-00-00-fc     static
  239.255.255.250       01-00-5e-7f-ff-fa     static

Interface: 10.42.0.72 --- 0x10
  Internet Address      Physical Address      Type
  10.42.0.1             6c-21-a2-41-bd-4c     dynamic
  10.42.0.255           ff-ff-ff-ff-ff-ff     static
  224.0.0.22            01-00-5e-00-00-16     static
  224.0.0.251           01-00-5e-00-00-fb     static
  224.0.0.252           01-00-5e-00-00-fc     static
  239.255.255.250       01-00-5e-7f-ff-fa     static
  255.255.255.255       ff-ff-ff-ff-ff-ff     static
```

รูป 4.2 ตารางเทียบ Mac Address กับที่อยู่ IP จาก Address Resolution Protocol; เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบรู้ถึง mac address ของอุปกรณ์ **MiFile** สังเกตจาก “10.42.0.1 6c-21-a2-41-bd-4c dynamic”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

วิเคราะห์ผลการทดลอง

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบรู้ถึง mac address ของอุปกรณ์ **MiFile** ได้ทำให้ไม่จำเป็นต้องส่ง broadcast เพื่อหา default gateway ในการต่อออกภายนอก LAN สังเกตจาก “10.42.0.1 6c-21-a2-41-bd-4c dynamic

4.1.2 การทดสอบการเชื่อมต่อ WAN

4.1.2.1 การทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน Ethernet

4.1.2.1.1 การทดสอบด้วย ping

ใช้การทำ Network pinging ผ่านคำสั่ง ping บนโปรแกรม Terminal ของระบบปฏิบัติการ Windows เพื่อหาค่า RTT (Round Trip Time) ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบกับเครื่อง Server ภายนอกโดย Routing ผ่านอุปกรณ์ **MiFile** ที่ทำหน้าที่เป็น Wireless Router ขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

1) ในหน้าจอ Terminal ใช้คำสั่ง >ping [IP ที่ใช้ทดสอบ ในผลการทดลองใช้ 161.246.34.11]
2) บันทึกค่า RTT แล้วหาค่าเฉลี่ยโดยใช้กระบวนการทางสถิติ

```
C:\Users\penpi>ping 161.246.34.11

Pinging 161.246.34.11 with 32 bytes of data:
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=29ms TTL=47
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=12ms TTL=47
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=30ms TTL=47
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=19ms TTL=47

Ping statistics for 161.246.34.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 12ms, Maximum = 30ms, Average = 22ms

C:\Users\penpi>
```

รูป 4.3 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน Ethernet interface; เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกได้ สังเกตจาก “Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=29ms TTL=47”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกโดย Routing ผ่านอุปกรณ์ **MiFile** ได้ตามที่คาดหวังแล้วตามที่เห็นคือ มีค่า RTT เฉลี่ยอยู่ที่ 22 มิลลิวินาที ได้โดยมีค่า RTTต่ำสุดอยู่ที่ 12 มิลลิวินาทีและค่า RTT สูงสุดอยู่ที่ 30 มิลลิวินาที

4.1.2.1.2 การทดสอบด้วย Traceroute

ใช้การทำ Traceroute ผ่านคำสั่ง tracert บนโปรแกรม Terminal ของระบบปฏิบัติการ Windows เพื่อหาเส้นทางระหว่างครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบกับเครื่อง Server ภายนอกโดย Routing ผ่านอุปกรณ์ **MiFile** ขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

1) ในหน้าจอ Terminal ใช้คำสั่ง >tracert [IP ที่ใช้ทดสอบ ในผลการทดลองใช้ 161.246.34.11]
2) บันทึกค่าโหนด (hops) ที่ทำการเชื่อมต่อผ่าน

```
rock@rockpi:/$ route -n
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0         192.168.1.1     0.0.0.0         UG    702    0        0 wlan0
192.168.1.0     0.0.0.0         255.255.255.0   U     702    0        0 wlan0
rock@rockpi:/$ traceroute 161.246.34.11
traceroute to 161.246.34.11 (161.246.34.11), 30 hops max, 60 byte packets
 1  router.asus.com (192.168.1.1)  2.182 ms  3.038 ms  3.250 ms
 2  emerald.ce.kmitl.ac.th (161.246.5.254)  18.994 ms  19.084 ms  20.231 ms
 3  161.246.66.14 (161.246.66.14)  9.407 ms  9.570 ms  9.697 ms
 4  * * *
 5  * * *
 6  * * *
 7  chaokhun.kmitl.ac.th (161.246.34.11)  6.339 ms  6.275 ms  6.205 ms
rock@rockpi:/$
```

รูป 4.4 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน Ethernet interface ด้วยการ Traceroute; เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกได้ สังเกตจาก “7 kmitl.ac.th (161.246.34.11) 6.339ms 6.275ms 6.285ms” โดยการเชื่อมต่อผ่านคนกลาง 7 เครื่อง

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกโดย Routing ผ่านอุปกรณ์ **MiFile** ได้ตามที่คาดหวังแล้วตามที่เห็นคือ โดยในระหว่างการเชื่อมต่อถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

161.246.34.11 ซึ่งเป็นที่อยู่ที่ใช้สำหรับทดสอบข้อมูลผ่านตัวกลาง 7 เครื่องโดยมีค่า TTL มากที่สุดที่ตัวกลางลำดับที่ 2 มีค่า TTL อยู่ที่ 19.084 มิลลิวินาที

4.1.2.2 การทดสอบการเชื่อมต่อ WWAN ผ่าน 4G LTE

4.1.2.2.1 การทดสอบด้วย ping

การทดสอบ WWAN จะมีความคล้ายคลึงกับการทดสอบ (Wired)WAN ที่ได้ทำการทดสอบไปในข้อก่อนหน้าคือการทำ Network pinging ผ่านคำสั่ง ping บนโปรแกรม Terminal ของระบบปฏิบัติการ Windows เพื่อหาค่า RTT (Round Trip Time) จากเครื่อง PC กับอุปกรณ์ **MiFile** โดยขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปดังนี้

1) ในหน้าจอ Terminal ใช้คำสั่ง >ping [IP ที่ใช้ทดสอบ ในผลการทดลองใช้ 161.246.34.11]
2) บันทึกค่า RTT แล้วหาค่าเฉลี่ยโดยใช้กระบวนการทางสถิติ

```
rock@rockpi:/$ ping 161.246.34.11 -c 4
PING 161.246.34.11 (161.246.34.11) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 161.246.34.11: icmp_seq=1 ttl=45 time=695 ms
64 bytes from 161.246.34.11: icmp_seq=2 ttl=45 time=294 ms
64 bytes from 161.246.34.11: icmp_seq=3 ttl=45 time=313 ms
64 bytes from 161.246.34.11: icmp_seq=4 ttl=45 time=281 ms

--- 161.246.34.11 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 6ms
rtt min/avg/max/mdev = 280.587/395.629/695.382/173.434 ms
rock@rockpi:/$
```

รูป 4.5 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน 4G LTE interface; เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกได้ สังเกตจาก “64 bytes from 161.246.34.11: icmp_seq=1 ttl=58 time=695 ms”

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกโดย Routing ผ่านอุปกรณ์ **MiFile** ได้ตามที่คาดหวังแล้ว ตามที่เห็นคือ มีค่า RTT เฉลี่ยอยู่ที่ 395.629 มิลลิวินาที ได้โดยมีค่า RTTต่ำสุดอยู่ที่ 280.587 มิลลิวินาทีและค่า RTT สูงสุดอยู่ที่ 695.382 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.2.2.2 การทดสอบด้วย Traceroute

ใช้การทำ Traceroute ผ่านคำสั่ง tracert บนโปรแกรม Terminal ของระบบปฏิบัติการ Windows เพื่อหาเส้นทางระหว่างครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบกับเครื่อง Server ภายนอกโดย Routing ผ่านอุปกรณ์ **MiFile** ขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

1) ในหน้าจอ Terminal ใช้คำสั่ง >tracert [IP ที่ใช้ทดสอบ ในผลการทดลองใช้ 161.246.34.11]
2) บันทึกค่าโหนด (hops) ที่ทำการเชื่อมต่อผ่าน

```
rock@rockpi:/$ route -n
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
0.0.0.0         0.0.0.0         0.0.0.0         U     700    0        0 ppp0
0.0.0.0         192.168.1.1     0.0.0.0         UG    702    0        0 wlan0
10.64.64.64     0.0.0.0         255.255.255.255 UH    0      0        0 ppp0
10.64.64.64     0.0.0.0         255.255.255.255 UH    700    0        0 ppp0
192.168.1.0     0.0.0.0         255.255.255.0   U     702    0        0 wlan0
rock@rockpi:/$ traceroute 161.246.34.11
traceroute to 161.246.34.11 (161.246.34.11), 30 hops max, 60 byte packets
 1  * * *
 2  10.95.49.13 (10.95.49.13)  861.388 ms  871.119 ms  870.983 ms
 3  * * *
 4  * * *
 5  * * *
 6  * * *
 7  * * *
 8  10.95.185.150 (10.95.185.150)  1062.963 ms  1062.998 ms  1062.836 ms
 9  210-86-143-218.static.asianet.co.th (210.86.143.218)  1072.777 ms  1072.533 ms  1072.171 ms
10  203-144-128-66.static.asianet.co.th (203.144.128.66)  1072.757 ms  1072.564 ms 203-144-128-68.static.asianet.co.th (203.144.128.6
8)  1072.744 ms
11  * * *
12  TIG-Net31-212.trueintergateway.com (122.144.31.212)  894.811 ms  894.582 ms TIG-Net30-216.trueintergateway.com (122.144.30.216)
39.154 ms
13  61.19.60.29 (61.19.60.29)  49.096 ms  49.071 ms  40.062 ms
14  node-16xq.pool-125-24.dynamic.totinternet.net (125.24.217.94)  40.803 ms  39.769 ms  48.641 ms
15  * * *
16  * * *
17  * * *
18  kmitl.ac.th (161.246.34.11)  48.561 ms  39.841 ms  39.682 ms
rock@rockpi:/$
```

รูป 4.6 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน 4G LTE interface ด้วยการ Traceroute; เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกได้ สังเกตจาก “18 kmitl.ac.th (161.246.34.11) 48.561ms 39.841ms 39.682ms” โดยการเชื่อมต่อผ่านคนกลาง 18 เครื่อง

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายภายนอกโดย Routing ผ่านอุปกรณ์ **MiFile** ได้ตามที่คาดหวังแล้ว ตามที่เห็นคือ โดยในระหว่างการเชื่อมต่อถึง 161.246.34.11 ซึ่งเป็นที่อยู่ที่ใช้สำหรับทดสอบข้อมูลผ่านตัวกลาง 18 เครื่องโดยมีค่า TTL มากที่สุดที่ตัวกลางลำดับที่ 9 มีค่า TTL อยู่ที่ 1072.777 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 การทดสอบการบริการรับฝากข้อมูล NAS

4.2.1 การทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูลผ่านการส่งข้อมูลด้วย Protocol FTP

ใช้การทำ Checksum เพื่อตรวจหาความผิดพลาดของข้อมูลที่อาจจะเกิดขึ้นได้ระหว่างกระบวนการรับ-ส่งระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบ และอุปกรณ์ **MiFile** โดยในกระบวนการนี้จะทำผ่านโปรแกรม Windows Terminal by Microsoft โดยใช้คำสั่ง Get-FileHash -Algorithm sha256 และใช้คำสั่ง sha256sum บน Terminalของอุปกรณ์ **MiFile** ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu จะสังเกตได้ว่า Algorithm ที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของไฟล์นั้นเป็น Algorithm ชนิด SHA ที่ทำงานด้วยหลักการการเช็คบิทของข้อมูลด้วยกระบวนการ Cryptographic hash function ที่สามารถปลอมแปลง/เกิดการผิดพลาดของการมาของค่าแฮชจากข้อมูลตั้งต้นได้ยาก โดยขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์
2) ใช้คำสั่ง Get-FileHash บน Windows Terminal เพื่อตรวจสอบค่า Checksum
3) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับอุปกรณ์ **MiFile**
4) ใช้คำสั่ง sha256sum เครื่องตรวจสอบค่า Checksum ของข้อมูลที่ถูกส่งขึ้นไป
5) Download ไฟล์กลับลงมาบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบอีกครั้งแล้วทำการตรวจ Checksum ของไฟล์ที่ถูก Download ตามข้อที่ 2
6) ทำการลบไฟล์เก่าออกจากอุปกรณ์ **MiFile** และทำซ้ำข้อ 2 - 5 อีก 2 ครั้ง
7) ตรวจสอบ Checksum ของทั้ง 3 ครั้งที่ผ่านมา

```
PS C:\Users\penpi> cd Desktop
PS C:\Users\penpi\Desktop> Get-FileHash 'test (1).pdf'-Algorithm sha256

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA256          3BFFC7A015443355D3495C3863B29DFB0BC0F6FD32C1897575B5B23A84E0F1CF       C:\Users\penpi\Desktop\test (...


PS C:\Users\penpi\Desktop>
```

ก)

```
PS C:\Users\penpi> cd Downloads
PS C:\Users\penpi\Downloads> Get-FileHash 'test (1).pdf'-Algorithm sha256

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA256          3BFFC7A015443355D3495C3863B29DFB0BC0F6FD32C1897575B5B23A84E0F1CF       C:\Users\penpi\Downloads\test...


PS C:\Users\penpi\Downloads>
```

ข)

รูป 4.7 ผลการ Checksum ประเภท sha 256 ผ่าน Port FTP; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังอุปกรณ์ **MiFile**

ข) หลัง Download ไฟล์มาจากอุปกรณ์ **MiFile**

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบส่งข้อมูลได้รับข้อมูลผ่าน Port FTP ในการบริการ NAS แล้วผลการทดลองออกมาเป็นไปตามที่คาดหวัง คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบ และอุปกรณ์ **MiFile** สามารถส่งข้อมูลหากันได้ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถส่งไฟล์ไปฝากไว้บนอุปกรณ์ **MiFile** ได้และสามารถ Download ไฟล์กลับลงมาจากอุปกรณ์ **MiFile** ได้และจากรูป ที่เห็นคือการทดสอบหา Checksum บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบของข้อมูลทั้งก่อนและหลังการรับ-ส่งข้อมูล จะเห็นได้ว่าหลังจากการ Checksum ประเภท SHA จะได้ค่าเป็น “3BFFC7A015443355D3495C3863B29DFB0BC0F6FD32C1897575B5B23A84E0F1CF” ได้ที่ค่าเท่ากัน คือให้เห็นถึงความถูกต้องของข้อมูลทั้ง 2 ชิ้น

4.2.2 การทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูลผ่านการส่งข้อมูลด้วย Protocol SMB

ใช้การทำ Checksum เพื่อตรวจหาความผิดพลาดของข้อมูลที่อาจจะเกิดขึ้นได้ระหว่างกระบวนการรับ-ส่งระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบ และอุปกรณ์ **MiFile** โดยในกระบวนการนี้จะทำผ่านโปรแกรม Windows Terminal by Microsoft โดยใช้คำสั่ง Get-FileHash -Algorithm sha256 และใช้คำสั่ง sha256sum บน Terminalของอุปกรณ์ **MiFile** ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu จะสังเกตได้ว่า Algorithm ที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของไฟล์นั้นเป็น Algorithm ชนิด SHA ที่ทำงานบนหลักการการเช็คบิทของข้อมูลด้วยกระบวนการ Cryptographic hash function ที่สามารถปลอมแปลง/เกิดการผิดพลาดของการมาของค่าแฮชจากข้อมูลตั้งต้นได้ยากโดยขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์
2) ใช้คำสั่ง Get-FileHash บน Windows Terminal เพื่อตรวจสอบค่า Checksum
3) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับอุปกรณ์ **MiFile**
4) ใช้คำสั่ง sha256sum เครื่องตรวจสอบค่า Checksum ของข้อมูลที่ถูกส่งขึ้นไป
5) Download ไฟล์กลับลงมาบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบอีกครั้งแล้วทำการตรวจ Checksum ของไฟล์ที่ถูก Download ตามข้อที่ 2
6) ทำการลบไฟล์เก่าออกจากอุปกรณ์ **MiFile** และทำซ้ำข้อ 2 - 5 อีก 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบเลือนข้อความนี้ออก และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

7) ตรวจสอบ Checksum ของทั้ง 3 ครั้งที่ผ่านมา

```
PS C:\Users\penpi> cd Desktop
PS C:\Users\penpi\Desktop> Get-FileHash 'alpha.pdf'-Algorithm sha256

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA256          66AF1F7B112B19C88355D2F57194230742A71E5B5149A00EC2BEC7AD56D8256C       C:\Users\penpi\Desktop\alpha.pdf


PS C:\Users\penpi\Desktop>
```

ก)

```
PS C:\Users\penpi> cd Downloads
PS C:\Users\penpi\Downloads> Get-FileHash 'alpha.pdf'-Algorithm sha256

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA256          66AF1F7B112B19C88355D2F57194230742A71E5B5149A00EC2BEC7AD56D8256C       C:\Users\penpi\Downloads\alph...


PS C:\Users\penpi\Downloads>
```

ข)

รูป 4.8 ผลการ Checksum ประเภท sha 256 ผ่าน Port SMB; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังอุปกรณ์ **MiFile**

ข) หลัง Download ไฟล์มาจากอุปกรณ์ **MiFile**

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบส่งข้อมูลได้รับข้อมูลผ่าน Port SMB ในการบริการ NAS แล้วผลการทดลองออกมาเป็นไปตามที่คาดหวัง คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบ และอุปกรณ์ **MiFile** สามารถส่งข้อมูลหากันได้ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถส่งไฟล์ไปฝากไว้บนอุปกรณ์ **MiFile** ได้และสามารถ Download ไฟล์กลับลงมาจากอุปกรณ์ **MiFile** ได้และจากรูป ที่เห็นคือการทดสอบหา Checksum บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบของข้อมูลทั้งก่อนและหลังการรับ-ส่งข้อมูล จะเห็นได้ว่าหลังจากการ Checksum ประเภท SHA จะได้ค่าเป็น

“ 66AF1F78112B19088355D2F57194238742A71E585149A0DE02BEC7AD5608256C” ได้ที่ค่าเท่ากัน คือให้เห็นถึงความถูกต้องของข้อมูลทั้ง 2 ชิ้น

4.2.3 บริการ Cloud caching (Cloud sync) ผ่าน FTP

การทดสอบการส่งข้อมูลจากเครื่องผู้ใช้ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ผ่านบริการของอุปกรณ์ **MiFile** ในการทดลองต่อไปนี้จะใช้การส่งข้อมูลจากเครื่องผู้ใช้ไปฝากไว้บนอุปกรณ์ **MiFile** ก่อนด้วยProtocol FTP แล้วรอรอบการซิงค์ของอุปกรณ์ **MiFile** ในการ Upload ข้อมูลไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์จากนั้น Download กลับมาบนเครื่องผู้ใช้โดยตรงแล้วตรวจสอบด้วย sha 1 Checksum แล้วทำกลับกันด้วยการให้เครื่องผู้ใช้ Upload ข้อมูลไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์แล้วรอรอบการซิงค์ของอุปกรณ์ **MiFile** ในการ Download ข้อมูลจากเว็บไซต์ฝากไฟล์จากนั้นดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ **MiFile** ด้วยProtocol FTP แล้วตรวจสอบด้วย sha 1 Checksum โดยขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

4.2.3.1 ทดสอบผ่าน Ethernet

ทดสอบความสามารถในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum
2) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับอุปกรณ์ **MiFile**
3) หลังจากผ่านรอบ Update ให้ทำการ Download ไฟล์ลงมาจากเว็บฝากไฟล์
4) ตรวจสอบและเปรียบเทียบ Checksum ของไฟล์ทั้งสอง

```
PS C:\Users\penpi> cd Desktop
PS C:\Users\penpi\Desktop> Get-FileHash 'alpha.pdf'-Algorithm sha1

Algorithm       Hash                                                   Path
---------       ----                                                   ----
SHA1            15A845E0CD0227874508AA1893711E027E2EBD23               C:\Users\penpi\Desktop\alpha.pdf

PS C:\Users\penpi\Desktop>
```

ก)

```
PS C:\Users\penpi> cd Downloads
PS C:\Users\penpi\Downloads> Get-FileHash 'alpha.pdf'-Algorithm sha1

Algorithm       Hash                                                   Path
---------       ----                                                   ----
SHA1            15A845E0CD0227874508AA1893711E027E2EBD23               C:\Users\penpi\Downloads\alph...

PS C:\Users\penpi\Downloads>
```

ข)

รูป 4.9 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port FTP ในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังอุปกรณ์ **MiFile**

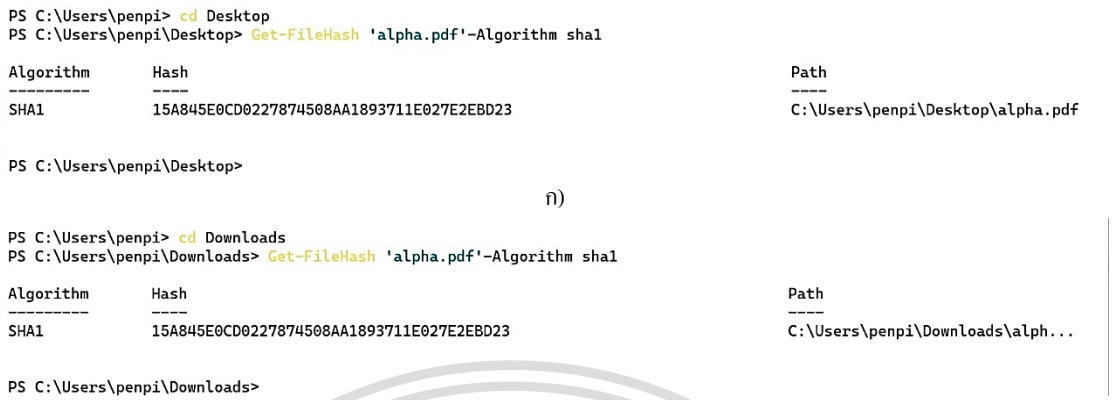
ข) หลัง Download ไฟล์มาจากมาจากเว็บไซต์ฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น Google Drive)

ทดสอบความสามารถในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum
2) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับเว็บฝากไฟล์
3) หลังจากผ่านรอบ Update ให้ทำการตรวจสอบไฟล์ทดสอบบนอุปกรณ์ **MiFile**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4) ตรวจสอบและเปรียบเทียบ Checksum ของไฟล์ทั้งสอง



รูป 4.10 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port FTP ในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น Google Drive)

ข) หลัง Download ไฟล์มาจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น google drive)ที่ได้ลงบนอุปกรณ์ **MiFile** แล้ว

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบส่งข้อมูลได้รับข้อมูลผ่าน Port FTP ในการบริการ cloud caching แล้วผลการทดลองออกมาเป็นไปตามที่คาดหวัง คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบ อุปกรณ์ **MiFile** และเว็บไซต์ฝากไฟล์ สามารถส่งข้อมูลหากันได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถส่งไฟล์ไปฝากไว้บนอุปกรณ์ **MiFile** เพื่อ Upload ไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์ได้และสามารถ Download ไฟล์กลับลงมาจากทั้งผ่านอุปกรณ์ **MiFile** หรือเว็บไซต์ฝากไฟล์ ได้และจากรูป ที่เห็นคือการทดสอบหา Checksum บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบของข้อมูลทั้งก่อนและหลังการรับ-ส่งข้อมูล จะเห็นได้ว่าหลังจากการ Checksum ประเภท SHA จะได้ค่าเป็น“15A845E0CD0227874508AA1893711E027E2EBD23” ได้ที่ค่าเท่ากัน คือให้เห็นถึงความถูกต้องของข้อมูลทั้ง 2 ชิ้น

4.2.3.2 ทดสอบผ่าน 4G LTE

ทดสอบความสามารถในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับอุปกรณ์ **MiFile**
3) หลังจากผ่านรอบ Update ให้ทำการ Download ไฟล์ลงมาจากเว็บฝากไฟล์
4) ตรวจสอบและเปรียบเทียบ Checksum ของไฟล์ทั้งสอง

```
PS C:\Users\penpi> cd Desktop
PS C:\Users\penpi\Desktop> Get-FileHash -Algorithm sha1 'testt2.pdf'

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA1            1877F873E6CAC1AFF19F05921423A730CCA5F9B1                               C:\Users\penpi\Desktop\testt2.pdf


PS C:\Users\penpi\Desktop>
```

ก)

```
PS C:\Users\penpi> cd Downloads
PS C:\Users\penpi\Downloads> Get-FileHash -Algorithm sha1 'testt2.pdf'

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA1            1877F873E6CAC1AFF19F05921423A730CCA5F9B1                               C:\Users\penpi\Downloads\testt2.pdf


PS C:\Users\penpi\Downloads>
```

ข)

รูป 4.11 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port FTP ในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ โดยทดสอบผ่าน 4G LTE; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังอุปกรณ์ **MiFile**

ข) หลัง Download ไฟล์มาจากมาจากเว็บไซต์ฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น Google Drive)

ทดสอบความสามารถในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum
2) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับเว็บฝากไฟล์
3) หลังจากผ่านรอบ Update ให้ทำการตรวจสอบไฟล์ทดสอบบนอุปกรณ์ **MiFile**
4) ตรวจสอบและเปรียบเทียบ Checksum ของไฟล์ทั้งสอง

```
PS C:\Users\penpi> cd Desktop
PS C:\Users\penpi\Desktop> Get-FileHash -Algorithm sha1 'testt2.pdf'

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA1            1877F873E6CAC1AFF19F05921423A730CCA5F9B1                               C:\Users\penpi\Desktop\testt2.pdf


PS C:\Users\penpi\Desktop>
```

ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ข)

รูป 4.12 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port FTP ในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile โดยทดสอบผ่าน 4G LTE; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น Google Drive)

ข) หลัง Download ไฟล์มาจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น google drive)ที่ได้ลงบนอุปกรณ์ **MiFile** แล้ว

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบส่งข้อมูลได้รับข้อมูลผ่าน Port FTP ในการบริการ cloud caching แล้วผลการทดลองออกมาเป็นไปตามที่คาดหวัง คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบ อุปกรณ์ **MiFile** และเว็บไซต์ฝากไฟล์ สามารถส่งข้อมูลหากันได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถส่งไฟล์ไปฝากไว้บนอุปกรณ์ **MiFile** เพื่อ Upload ไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์ได้และสามารถ Download ไฟล์กลับลงมาจากทั้งผ่านอุปกรณ์ **MiFile** หรือเว็บไซต์ฝากไฟล์ ได้และจากรูป ที่เห็นคือการทดสอบหา Checksum บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบของข้อมูลทั้งก่อนและหลังการรับ-ส่งข้อมูล จะเห็นได้ว่าหลังจากการ Checksum ประเภท SHA จะได้ค่าเป็น “1877F873E6CAC1AFF19F05921423A730CCA5F9B1” ได้ที่ค่าเท่ากัน คือให้เห็นถึงความถูกต้องของข้อมูลทั้ง 2 ชิ้น

4.2.4 บริการ Cloud caching (Cloud sync) ผ่าน SMB (Samba)

การทดสอบการส่งข้อมูลจากเครื่องผู้ใช้ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ผ่านบริการของอุปกรณ์ **MiFile** ในการทดลองต่อไปนี้จะใช้การส่งข้อมูลจากเครื่องผู้ใช้ไปฝากไว้บนอุปกรณ์ **MiFile** ก่อนด้วยProtocol SMB แล้วรอรอบการซิงค์ของอุปกรณ์ **MiFile** ในการ Upload ข้อมูลไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์จากนั้น Download กลับมาบนเครื่องผู้ใช้โดยตรงแล้วตรวจสอบด้วย sha 1 Checksum แล้วทำกลับกันด้วยการให้เครื่องผู้ใช้ Upload ข้อมูลไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์แล้วรอรอบการซิงค์ของอุปกรณ์ **MiFile** ในการ Download ข้อมูลจากเว็บไซต์ฝากไฟล์จากนั้นดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ **MiFile** ด้วยProtocol SMB แล้วตรวจสอบด้วย sha 1 Checksum โดยขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2.4.1 ทดสอบผ่าน Ethernet

ทดสอบความสามารถในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum
2) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับอุปกรณ์ **MiFile**
3) หลังจากผ่านรอบ Update ให้ทำการ Download ไฟล์ลงมาจากเว็บฝากไฟล์
4) ตรวจสอบและเปรียบเทียบ Checksum ของไฟล์ทั้งสอง

รูป 4.13 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port SMB ในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

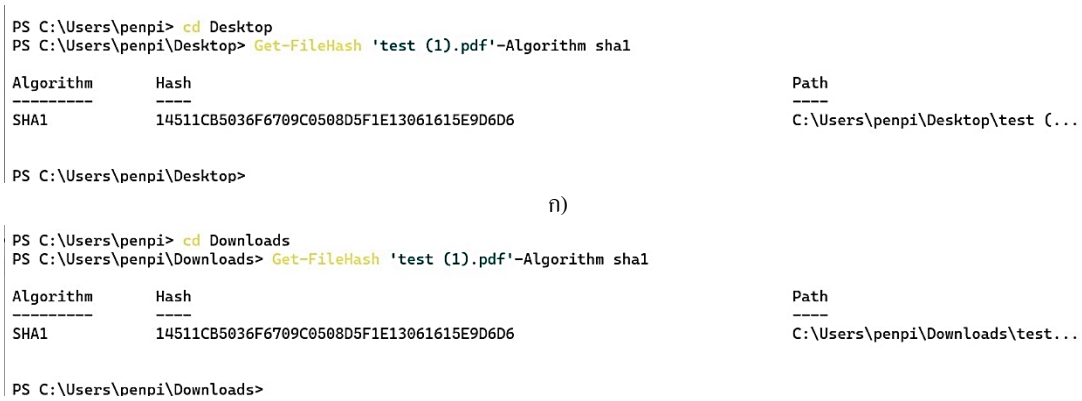
ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังอุปกรณ์ **MiFile**

ข) หลัง Download ไฟล์มาจากมาจากเว็บไซต์ฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น Google Drive)

ทดสอบความสามารถในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum
2) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับเว็บฝากไฟล์
3) หลังจากผ่านรอบ Update ให้ทำการตรวจสอบไฟล์ทดสอบบนอุปกรณ์ **MiFile**
4) ตรวจสอบและเปรียบเทียบ Checksum ของไฟล์ทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 4.14 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port SMB ในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น Google Drive)

ข) หลัง Download ไฟล์มาจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น google drive)ที่ได้ลงบนอุปกรณ์ **MiFile** แล้ว

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบส่งข้อมูลได้รับข้อมูลผ่าน Port FTP ในการบริการ cloud caching แล้ว ผลการทดลองออกมาเป็นไปตามที่คาดหวัง คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบ อุปกรณ์ **MiFile และ**เว็บไซต์ฝากไฟล์ สามารถส่งข้อมูลหากันได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถส่งไฟล์ไปฝากไว้บนอุปกรณ์ **MiFile** เพื่อ Upload ไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์ได้และสามารถ Download ไฟล์กลับลงมาจากทั้งผ่านอุปกรณ์ **MiFile** หรือเว็บไซต์ฝากไฟล์ ได้และจากรูป ที่เห็นคือการทดสอบหา Checksum บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบของข้อมูลทั้งก่อนและหลังการรับ-ส่งข้อมูล จะเห็นได้ว่าหลังจากการ Checksum ประเภท SHA จะได้ค่าเป็น “14511CB5036F6709C0508D5F1E13061615E9D6D6” ได้ที่ค่าเท่ากัน คือให้เห็นถึงความถูกต้องของข้อมูลทั้ง 2 ชิ้น

4.2.4.2 ทดสอบผ่าน 4G LTE

ทดสอบความสามารถในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum
2) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับอุปกรณ์ **MiFile**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3) หลังจากผ่านรอบ Update ให้ทำการ Download ไฟล์ลงมาจากเว็บฝากไฟล์

4) ตรวจสอบและเปรียบเทียบ Checksum ของไฟล์ทั้งสอง

```
PS C:\Users\penpi> cd Desktop
PS C:\Users\penpi\Desktop> Get-FileHash -Algorithm sha1 'testt3.pdf'

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA1            A8F72B6E67CC0015CB46123651E0FE05A83AA5C1                               C:\Users\penpi\Desktop\testt3.pdf


PS C:\Users\penpi\Desktop>
```

ก)

```
PS C:\Users\penpi> cd Downloads
PS C:\Users\penpi\Downloads> Get-FileHash -Algorithm sha1 'testt3.pdf'

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA1            A8F72B6E67CC0015CB46123651E0FE05A83AA5C1                               C:\Users\penpi\Downloads\testt3.pdf


PS C:\Users\penpi\Downloads>
```

ข)

รูป 4.15 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port SMB ในการ Upload ข้อมูลจากอุปกรณ์ MiFile ไปยังเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ โดยทดสอบผ่าน 4G LTE; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังอุปกรณ์ **MiFile**

ข) หลัง Download ไฟล์มาจากมาจากเว็บไซต์ฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น Google Drive)

ทดสอบความสามารถในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum

2) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับเว็บฝากไฟล์

3) หลังจากผ่านรอบ Update ให้ทำการตรวจสอบไฟล์ทดสอบบนอุปกรณ์ **MiFile**

4) ตรวจสอบและเปรียบเทียบ Checksum ของไฟล์ทั้งสอง

```
PS C:\Users\penpi> cd Desktop
PS C:\Users\penpi\Desktop> Get-FileHash -Algorithm sha1 'testt3.pdf'

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA1            A8F72B6E67CC0015CB46123651E0FE05A83AA5C1                               C:\Users\penpi\Desktop\testt3.pdf


PS C:\Users\penpi\Desktop>
```

ก)

```
PS C:\Users\penpi> cd Downloads
PS C:\Users\penpi\Downloads> Get-FileHash -Algorithm sha1 'testt3.pdf'

Algorithm       Hash                                                                   Path
---------       ----                                                                   ----
SHA1            A8F72B6E67CC0015CB46123651E0FE05A83AA5C1                               C:\Users\penpi\Downloads\testt3.pdf


PS C:\Users\penpi\Downloads>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ข)

รูป 4.16 ผลการ Checksum ประเภท sha 1 ผ่าน Port SMB ในการ download ข้อมูลจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์ ลงบนอุปกรณ์ MiFile โดยทดสอบผ่าน 4G LTE; ในไฟล์ทั้งสอง สรุปได้ว่าข้อมูลไม่มีความคลาดเคลื่อนในระหว่างการรับ-ส่ง

ก) ก่อน Upload ไฟล์ไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น Google Drive)

ข) หลัง Download ไฟล์มาจากเว็บไซต์สำหรับฝากไฟล์(ในกรณีทดสอบเป็น google drive)ที่ได้ลงบนอุปกรณ์ **MiFile** แล้ว

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบส่งข้อมูลได้รับข้อมูลผ่านบริการ Server Message Block ซึ่งเป็น Protocolสื่อสารประเภทหนึ่ง เพื่อให้ผู้ใช้เข้าถึงบริการบริการ cloud caching บนอุปกรณ์ **MiFile** ผลการทดลองออกมาเป็นไปตามที่คาดหวัง คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบอุปกรณ์ **MiFile** และเว็บไซต์ฝากไฟล์ สามารถส่งข้อมูลหากันได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถส่งไฟล์ไปฝากไว้บนอุปกรณ์ **MiFile** เพื่อ Upload ไปยังเว็บไซต์ฝากไฟล์ ได้และสามารถ Download ไฟล์กลับลงมาจากทั้งผ่านอุปกรณ์ **MiFile** หรือเว็บไซต์ฝากไฟล์ได้และจากรูป ที่เห็นคือการทดสอบหา Checksum บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบของข้อมูลทั้งก่อนและหลังการรับ-ส่งข้อมูล จะเห็นได้ว่าหลังจากการ Checksum ประเภท SHA จะได้ค่าเป็น “A8F72B6E67CC0015CB46123651E0FE05A83AA5C1” ได้ที่ค่าเท่ากัน คือให้เห็นถึงความถูกต้องของข้อมูลทั้ง 2 ชิ้น

4.3 การทดสอบการเปลี่ยนเส้นทางข้อมูลด้วย VPN

โดยขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

1) ในหน้าจอ PowerShell ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบ ใช้คำสั่ง >(Invoke-WebRequest -uri "http://ifconfig.me/ip").Content หรือ >Invoke-RestMethod -Uri ('http://ipinfo.io/'+ (Invoke-WebRequest -uri "http://ifconfig.me/ip").Content)
2) บันทึกค่า IP Address ที่ได้เพื่อนำมาเปรียบเทียบ
3) เปิดใช้งานบริการ VPN
4) ใช้คำสั่ง >(Invoke-WebRequest -uri "http://ifconfig.me/ip").Content หรือ >Invoke-RestMethod -Uri ('http://ipinfo.io/'+(Invoke-WebRequest -uri "http://ifconfig.me/ip").Content) บน PowerShell อีกครั้งหลังจากที่บริการ VPN กำลังทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5) บันทึกค่า IP Address ที่ได้เพื่อนำมาเปรียบเทียบ

```
PS C:\Users\Window10Pro> Invoke-RestMethod -Uri ('http://ipinfo.io/'+
 (Invoke-WebRequest -uri "http://ifconfig.me/ip").Content)


ip       : 161.246.5.86
hostname : brass01.ce.kmitl.ac.th
city     : Bangkok
region   : Bangkok
country  : TH
loc      : 13.7540,100.5014
org      : AS9486 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
postal   : 10100
timezone : Asia/Bangkok
readme   : https://ipinfo.io/missingauth
```

ก)

```
PS C:\Users\Window10Pro> Invoke-RestMethod -Uri ('http://ipinfo.io/'+
 (Invoke-WebRequest -uri "http://ifconfig.me/ip").Content)


ip       : 219.100.37.245
hostname : public-nat-13.vpngate.v4.open.ad.jp
city     : Tokyo
region   : Tokyo
country  : JP
loc      : 35.6895,139.6917
org      : AS36599 SoftEther Telecommunication Research Institute,
           LLC
postal   : 151-0052
timezone : Asia/Tokyo
readme   : https://ipinfo.io/missingauth
```

ข)

รูป 4.17 ผลการตรวจสอบที่อยู่ IP ก่อนและหลัง; การเปิดใช้บริการเปลี่ยนเส้นทางข้อมูลด้วย VPN

ก) ก่อนเปลี่ยนเส้นทางมี IP Address ภายนอกเป็น 161.246.5.86

ข) หลังเปลี่ยนเส้นทางมี IP Address ภายนอกเป็น 219.100.37.245

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบการเปลี่ยนเส้นทางข้อมูลด้วย VPN ผลที่ได้เป็นไปตามที่ผู้ดำเนินการทดสอบคาดหวัง ด้วยการใช้บริการตรวจสอบ IP Address พบว่าที่อยู่ IP Address ก่อนหน้าการเปิดใช้งานบริการเปลี่ยนเส้นทางข้อมูลเปลี่ยนไปจากที่อยู่ IP Address หลังการเปิดใช้งานบริการเปลี่ยนเส้นทางข้อมูลเป็นอย่างมากทั้งในด้าน network ID (161.0.0.0/8 เปลี่ยนเป็น 219.0.0.0/8)และสถานที่ที่ถูกตรวจสอบ(กรุงเทพ, ประเทศไทย เปลี่ยนเป็น โตเกียว, ประเทศญี่ปุ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 การทดสอบในสถานการณ์สมมติ

ในการทดลองต่อไปนี้จะจำลองสถานการณ์ที่อุปกรณ์ **MiFile** จะพบเจอโดยทั่วไปในกระบวนการทำงานของอุปกรณ์ **MiFile** และผลที่เกิดขึ้นระหว่างและหลังจากเกิดเหตุการณ์ที่สร้างขึ้น

	Wi-Fi	4G	Ethernet	Scenario ที่เกี่ยวข้อง
1	✓	✓	✓	
2	✓	✓	✗	
3	✓	✗	✓	4.3.1.1
4	✓	✗	✗	4.3.1.2
5	✗	✓	✓	4.3.1.3
6	✗	✓	✗	
7	✗	✗	✓	
8	✗	✗	✗	

ตาราง 4.1 ตารางแสดงค่าความจริงของการทำงานของส่วนประกอบบนอุปกรณ์ MiFile

4.4.1 สถานการณ์ที่เกิดปัญหาการเชื่อมต่อ

ในการทดสอบต่อไปนี้จะกระทำโดยการสร้างสถานการณ์ปัญหาการเชื่อมต่อสมมติขึ้นโดยอ้างอิงส่วนประกอบที่ทำงานได้ตามตารางที่4เนื่องจากปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งกับระบบเครือข่ายแบบไร้สาย จะอ้างอิงวิธีการทดสอบ และการวัดผลมาจากการทดลองข้อ 4.1.2.1 การทดสอบการเชื่อมต่อ WAN ผ่าน Ethernet

4.4.1.1 ทดสอบในกรณีเชื่อมต่อ 4G LTE ใช้งานไม่ได้ (มีการเชื่อมต่อสำรอง)

ในการทดสอบนี้จะทำการจำลองสถานการณ์ในข้อที่ 3 ตามตารางที่ 4-1 คือไม่มีการเชื่อมต่อ4Gแต่มีการเชื่อมต่อ Ethernet เป็นการเชื่อต่อสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1) ในหน้าจอ Terminal บนอุปกรณ์ของผู้ใช้ ใช้คำสั่ง >ping [IP ที่ใช้ทดสอบ ในผลการทดลองใช้ 161.246.34.11]
2) ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้ก่อนที่จะขาดการเชื่อมต่อ 4G
3) จำลองการหยุดทำงานของเครือข่าย 4G ด้วยการนำซิมการ์ดออก
4) ทำการทดสอบอีกครั้งตามกระบวนการในข้อที่ 1
5) ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้หลังจากขาดการเชื่อมต่อ 4G

```
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop> ping 161.246.34.11

Pinging 161.246.34.11 with 32 bytes of data:
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=13ms TTL=57
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=15ms TTL=57
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=13ms TTL=57
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=13ms TTL=57

Ping statistics for 161.246.34.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 13ms, Maximum = 15ms, Average = 13ms
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop>
```

ก)

```
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop> ping 161.246.34.11

Pinging 161.246.34.11 with 32 bytes of data:
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=15ms TTL=57
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=10ms TTL=57
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=14ms TTL=57
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=19ms TTL=57

Ping statistics for 161.246.34.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 10ms, Maximum = 19ms, Average = 14ms
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop>
```

ข)

รูป 4.18 ผลการทดสอบ ping ในขณะที่การเชื่อมต่อ 4G ยังคงทำงานอยู่ และหลังจากการตัดการเชื่อมต่อ 4G

ก) ก่อนตัดการเชื่อมต่อ 4G มีค่า TTL เฉลี่ยที่ 13 มิลลิวินาที

ข) หลังจากตัดการเชื่อมต่อ 4G แล้วมีค่า TTL เฉลี่ยที่ 14 มิลลิวินาที

วิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

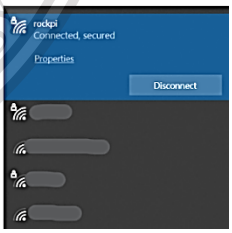
จากผลการทดลองจะพบว่าตลอดการทดลองสถานะการเชื่อมต่อและค่า ping ไม่มีความเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยยะสำคัญ (13 มิลลิวินาที เปรียบเทียบกับ 14 มิลลิวินาที) ทั้งในขณะที่การเชื่อมต่อ 4G ยังคงทำงานอยู่และหลังการตัดการเชื่อมต่อ 4G เนื่องจากมีการเชื่อมต่อ Ethernet ทำให้ตราบใดที่การเชื่อมต่อ Ethernet ยังคงทำงานอยู่อุปกรณ์ **MiFile** จะเลือกการเชื่อมต่อ Ethernet เป็นการเชื่อมต่อหลัก

4.4.1.2 ทดสอบในกรณีเชื่อมต่อ 4G LTE ใช้งานไม่ได้ (ไม่มีการเชื่อมต่อสำรอง)

ในการทดสอบนี้จะทำการจำลองสถานการณ์ในข้อที่ 3 ตามตารางที่ 4-1 คือไม่มีการเชื่อมต่อ 4G โดยเครือข่าย 4G เป็นเครือข่ายเดียวในการเชื่อมต่อสู่ภายนอก

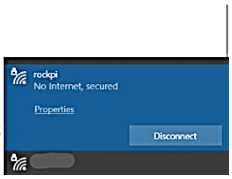
1) ในหน้าจอ Terminal บนอุปกรณ์ของผู้ใช้ ใช้คำสั่ง >ping [IP ที่ใช้ทดสอบ ในผลการทดลองใช้ 161.246.34.11]
2) ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้ก่อนที่จะขาดการเชื่อมต่อ 4G
3) จำลองการหยุดทำงานของเครือข่าย 4G ด้วยการนำซิมการ์ดออก
4) ทำการทดสอบอีกครั้งตามกระบวนการในข้อที่ 1
5) ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้หลังจากขาดการเชื่อมต่อ 4G

```
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop> ping 161.246.34.11

Pinging 161.246.34.11 with 32 bytes of data:
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=18ms TTL=57
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=13ms TTL=57

Ping statistics for 161.246.34.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 2, Lost = 2 (50% loss)
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 13ms, Maximum = 18ms, Average = 15ms
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop>
```



ก)

```
Pinging 161.246.34.11 with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 161.246.34.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop>
```



ข)

รูป 4.19 ผลการทดสอบ ping ในขณะที่การเชื่อมต่อ 4G ยังคงทำงานอยู่ แล้วพบการศูนย์เสียของข้อมูล และหลังจากตัดการเชื่อมต่อ 4G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ก) มีค่า TTL เฉลี่ยที่ 15 มิลลิวินาที พบการศูนย์เสียของข้อมูล 2 ครั้ง

ข) หลังจากการตัดการเชื่อมต่อ 4G แล้ว ไม่สามารถส่งข้อมูลได้

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าเมื่อการเชื่อมต่อ 4G เป็นการเชื่อมต่อหลักโดยไม่มีการเชื่อมต่อ Ethernet เป็นการเชื่อมต่อสำรองทำให้การเชื่อมต่อ 4G เป็น “single point of failure” ผู้ใช้จะไม่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกได้ถ้าการเชื่อมต่อ 4G หยุดทำงาน โดยที่ไม่มี Ethernet เป็นการเชื่อมต่อสำรองในขณะที่บริการภายในยังคงทำงานอยู่

4.4.1.3 ทดสอบในกรณีเชื่อมต่อ Wi-Fi ใช้งานไม่ได้ แต่ WAN ใช้งานได้

ในการทดสอบนี้จะทำการจำลองสถานการณ์ในข้อที่ 3 ตามตารางที่ 4-1 คือการเชื่อมต่อ Wi-Fi (เป็นการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ **MiFile**) ไม่สามารถใช้งานได้

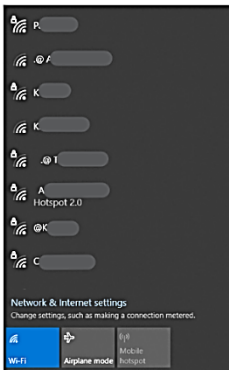
1) ในหน้าจอ Terminal บนอุปกรณ์ของผู้ใช้ ใช้คำสั่ง >ping [IP ที่ใช้ทดสอบ ในผลการทดลองใช้ 161.246.34.11]
2) ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้ก่อนที่จะขาดการเชื่อมต่อ Wi-Fi
3) จำลองการขาดการเชื่อมต่อของเครือข่าย Wi-Fi ด้วยการนำอลูมิเนียมฟอยล์มาห่ออุปกรณ์ **MiFile**
4) ทำการทดสอบอีกครั้งตามกระบวนการในข้อที่ 1
5) ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้หลังจากขาดการเชื่อมต่อ Wi-Fi

```
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop> ping 161.246.34.11

Pinging 161.246.34.11 with 32 bytes of data:
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=13ms TTL=57
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=14ms TTL=57
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=17ms TTL=57
Reply from 161.246.34.11: bytes=32 time=16ms TTL=57

Ping statistics for 161.246.34.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 13ms, Maximum = 17ms, Average = 15ms
```

ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop> ping 161.246.34.11

Pinging 161.246.34.11 with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 10.66.8.49: Destination host unreachable.
Request timed out.

Ping statistics for 161.246.34.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 1, Lost = 3 (75% loss)
PS C:\Users\Window10Pro\Desktop>
```



ข)

รูป 4.20 ผลการทดสอบ ping ในขณะที่ระบบเครือข่าย Wi-Fi ยังทำงานเป็นปกติ และหลังจากระบบเครือข่าย Wi-Fi ถูกตัดการเชื่อมต่อในทางกายภาพ

ก) ขณะเครือข่าย Wi-Fi ทำงานเป็นปกติ มีค่า TTL เฉลี่ยที่ 15 มิลลิวินาที และ

ข) หลังจากระบบเครือข่าย Wi-Fi ถูกตัดการเชื่อมต่อในทางกายภาพ จะไม่สามารถส่งข้อมูลได้แล้วไม่พบชื่อ Wi-Fi ของอุปกรณ์ **MiFile**

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าถึงแม้ว่าการเชื่อมต่อกับภายนอกสามารถใช้งานได้อยู่แต่ทดสอบผลจากตำแหน่งของผู้ใช้งานจะพบว่าการหยุดทำงานของการเชื่อมต่อ Wi-Fi เป็น single point of failure คือผู้ใช้ไม่สามารถใช้งานบริการหลักของอุปกรณ์ **MiFile** ได้เลยถึงแม้บริการพื้นหลัง(บริการ cloud cache)ของอุปกรณ์ **MiFile** จะยังคงทำงานอยู่

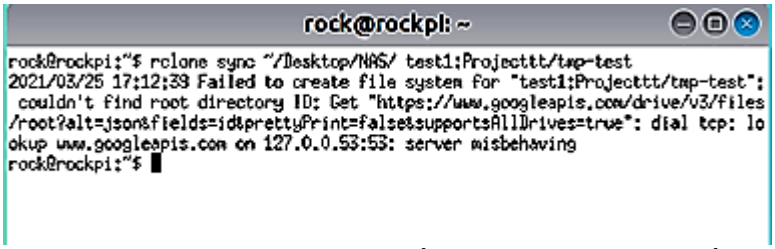
4.4.2 กรณีใช้งานระบบรับฝากไฟล์ในสภาวะที่ระบบเครือข่ายทำงานได้ไม่สมบูรณ์

4.4.2.1 อุปกรณ์ **MiFile** ได้รับการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกในหลังจากการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างเครื่องผู้ใช้กับอุปกรณ์ **MiFile** จบลงแล้ว โดยขั้นตอนการทดสอบจะเป็นไปตามแนวทางดังนี้

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum
2) ตัดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกของอุปกรณ์ **MiFile**
3) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับอุปกรณ์ **MiFile**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4) สังเกตผลการทำงานหลังจากผ่านรอบ Update
5) เชื่อมต่ออุปกรณ์ **MiFile** เข้ากับเครือข่ายภายนอก
6) สังเกตผลการทำงานหลังจากผ่านรอบ Update ต่อไป



รูป 4.21 บังคับให้เกิดรอบ Update ด้วยการใช้คำสั่งบน Terminal ในขณะที่อุปกรณ์ขาดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอก; จะสังเกตได้ว่าระบบมีการพิมพ์ค่า error แล้วหยุดการทำงานเพื่อรอรอบ Update ต่อไป

รูป 4.22 บังคับให้เกิดรอบ Update ด้วยการใช้คำสั่งบน Terminal หลังจากการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกกลับมาใช้งานได้; จะสังเกตได้ว่าระบบกลับมาทำงานเป็นปกติโดยไม่พบปัญหาใด ๆที่มาจากการขาดการเชื่อมต่อก่อนหน้านี้

วิเคราะห์ผลการทดลอง

สังเกตจากค่าที่ได้จากเทอร์มินอลจะเห็นได้ว่าเมื่อไม่มีการเชื่อมต่อสู่ภายนอกระบบ cache จะไม่ทำการรับส่งข้อมูลและขึ้นค่า error ให้ แต่หลังจากที่มีการเชื่อมต่อแล้วเมื่อบังคับให้เกิดรอบ Update ถัดไปตามขั้นตอนการทดลองในข้อที่ 6 ระบบกลับมาทำงานเหมือนปกติคือทำการรับส่งข้อมูลที่ไม่ได้ถูกรับส่งในระหว่างที่การเชื่อมต่อขาดหายเป็นผลที่ตรงกับที่ผู้จัดทำได้คาดหวังไว้คือระบบสามารถทำงานได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาการเชื่อมต่อภายนอกแต่ไม่สามารถให้บริการในบางส่วนได้ตามที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4.2.2 อุปกรณ์ **MiFile** ขาดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกในระหว่างกระบวนการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ **MiFile** และเว็บไซต์ฝากไฟล์

1) สร้างไฟล์ ขนาด 1 เมกาไบต์ พร้อม Checksum
2) ทำการ Upload ไฟล์ที่สร้างเอาไว้ก่อนหน้าให้กับอุปกรณ์ **MiFile**
3) ตัดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกของอุปกรณ์ **MiFile** เมื่อถึงอบ Update
4) สังเกตผลที่เกิดขึ้น
5) เชื่อมต่ออุปกรณ์ **MiFile** เข้ากับเครือข่ายภายนอก
6) สังเกตผลการทำงานหลังจากผ่านรอบ Update ต่อไป

รูป 4.23 บังคับให้เกิดรอบการ Update ด้วยการใช้คำสั่งบน Terminal พร้อมทั้งตัดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายภายนอกในระหว่างการ Update; จะสังเกตได้ว่าถ้า error ที่เกิดขึ้นคล้ายกับรูป ที่4.22 คือระบบทำงานไม่สมบูรณ์จึงยกเลิกการรับส่งข้อมูล

วิเคราะห์ผลการทดลอง

สังเกตจากค่าที่ได้จากเทอร์มินอลจะเห็นได้ว่าเมื่อระหว่างการรับส่งข้อมูลของระบบ cash ถูกรบกวนจะยกเลิกการรับส่งและพิมพ์ค่า error ให้ แต่หลังจากที่มีการเชื่อมต่อแล้วเมื่อบังคับให้เกิดรอบ Update ถัดไปตามขั้นตอนการทดลองในข้อที่ 6 ระบบกลับมาทำงานเหมือนปกติคือทำการรับส่งข้อมูลที่ถูกยกเลิกการรับส่งในระหว่างการถูกรบกวนเป็นผลที่คาดเคลื่อนจากที่ผู้จัดทำได้คาดการณ์ไว้ ในการคาดการณ์คือเมื่อเกิดการรบกวนเกิดขึ้นจะเกิดข้อผิดพลาดของข้อมูลข้างบนอุปกรณ์ **MiFile** และบนเว็บไซต์รับฝากไฟล์แต่สิ่งที่เกิดขึ้นคือระบบยกเลิกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแต่ผลการทดสอบที่ได้เป็นที่น่าพึงพอใจในสายตาของผู้จัดทำคือระบบสามารถทำงานได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาการเชื่อมต่อภายนอกแต่ไม่สามารถให้บริการในบางส่วนได้ตามที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
บทสรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ผลการทดสอบออกมาในที่น่าพอใจเป็นอย่างมากคืออุปกรณ์ทดสอบสามารถทำงานให้บริการตามความต้องการของผู้จัดทำที่ได้ออกแบบไว้ข้างต้นได้ทั้งหมด อีกทั้งอุปกรณ์ทดสอบยังมีประสิทธิภาพมากพอในการให้บริการขนาดข้อมูลขนาดใหญ่อีกทั้งยังมีความถูกต้องในการรับและส่งข้อมูลในส่วนของการจัดเก็บข้อมูล อีกทั้งมี Bandwidth ของฮาร์ดแวร์ที่มากพอในส่วนของการให้บริการการเชื่อมต่อทำให้สามารถให้บริการผู้ใช้ที่คาดไว้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่คาดหวังไว้ ส่วนผลการพัฒนาบริการที่ออกแบบไว้ตามแผนภาพที่ได้วางแผนไว้ ผลการทดสอบบริการที่ได้มีฟังก์ชันครบถ้วนตามที่ได้วางแผนไว้ข้างต้น และใช้เวลาตรงตามตารางการดำเนินงานที่กำหนด

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1) ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวบางประเภทไม่สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการบางระบบได้ เช่น อุปกรณ์ ROCK PI 4B ไม่สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 20.04 LTS, Raspberry Pi 3B ไม่สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 18.04 LTS, Ubuntu Server 20.04 LTS และ Debian
2) ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวบางประเภทสามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการบางระบบได้ แต่ไม่สามารถใช้งานโมดูล 3G/4G ได้ เช่น อุปกรณ์ ROCK PI 4B สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 18.04 LTS, Raspberry Pi 3B สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ LineageOS
3) ปัญหาเรื่องลำดับขั้นของการให้สิทธิเข้าถึงข้อมูลขั้นต่างๆในบริการ NAS ในช่างการทดสอบในรอบแรก User ของ NAS service ไม่ตรงกับ User ของระบบปฏิบัคิการทำให้ต้องจัดการตั้งค่าใหม่
4) ข้อจำกัดของ Config ระบบที่พัฒนาขึ้นให้สามารถตั้งค่า เปิด/ปิดบริการบางอย่างของระบบปฏิบัติการได้
5) ปัญหาเกี่ยวกับเฟิร์มแวร์ของโมดูล 3G/4G จากผู้พัฒนาโมดูลไม่สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ทดสอบหลัก (ROCK PI 4B) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6) ระบบการทำงาน Cloud cache (Cloud sync) มีการแยกโฟรเดอร์สำหรับการส่งและการรับ ทำให้ใช้งานได้ยาก
7) Mirror Server ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ซึ่งเป็นผู้ให้บริการรับฝาก Repository มีการจัดระบบใหม่ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ในระหว่างกระบวนการพัฒนาอุปกรณ์ **MiFile** ทำให้จำเป็นต้องเปลี่ยน Mirror Server
8) เนื่องจากการติดตั้ง Cloud cache (Cloud sync) เป็นการติดตั้งแบบ UI เป็นขั้นตอนให้ผู้ใช้เข้าใจง่าย ทำให้การพัฒนา bash shell สำหรับติดตั้งได้ยาก
9) ซอฟท์แวร์ที่เป็นพื้นฐานของ Cloud cache (Cloud sync) ไม่มีฟังก์ชัน Mount ที่เก็บสำรองข้อมูลลงมาบนเครื่อง **MiFile** ด้วยทำให้ต้องใช้วิธีการอื่นที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

ควบรวมฟังก์ชันข้างต้นลงมาเป็นไฟล์เดียวกันโดยจัดให้สามารถที่จะทำการ Download ได้ภายในชุดคำสั่งเพียง 1 ชุดเพื่อให้ง่ายต่อการติดตั้งและนำไปใช้งาน ทำการศึกษาและติดตั้งระบบ VPN รูป แบบอื่นที่มีความปลอดภัยมากขึ้น เพิ่มเติมระบบการเข้ารหัสข้อมูลบนอุปกรณ์และระบบจำกัดสิทธิ์การเข้าถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

Radxa Limited. 2020. **Rock Pi 4.** [Online].

Available : https://wiki.radxa.com/Rockpi4

Raspberry Pi Foundation. 2020. **Raspberry Pi 3 Model B.** [Online].

Available : https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/

Microsoft Corporation. 2020. **Get-FileHash.** [Online].

Available : https://docs.microsoft.com/en-us/powershell/module/microsoft.powershell.utility/get-filehash

Chris Evans. 2015**. vsftpd.** [Online].

Available : https://security.appspot.com/vsftpd.html

Samba. 2020. **Samba.** [Online].

Available : https://www.samba.org/

Nick Craig-Wood. 2021. **Rclone syncs your files to cloud storage.** [Online].

Available : https://rclone.org/

Enock Seth Nyamador. 2021. **Modem Manager GUI: Linux Mobile Partner Application For USB Modems.** [Online]. Available : https://www.unixmen.com/modem-manager-gui-linux-mobile-partner-application-usb-modems/

OPENVPN INC. 2021. **Connecting To Access Server With Linux.** [Online].

Available : https://openvpn.net/vpn-Server-resources/connecting-to-access-Server-with-linux/

ifconfig.me. 2021. **What Is My IP Address? - ifconfig.me.** [Online].

Available : https://ifconfig.me/

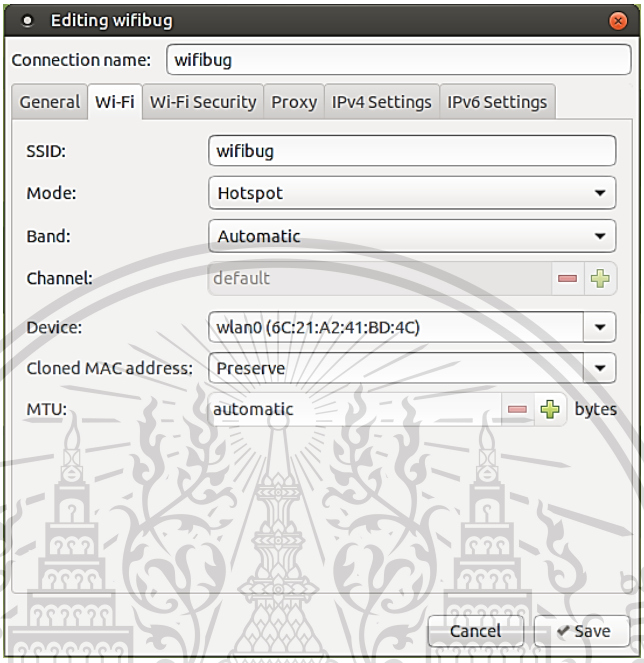
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

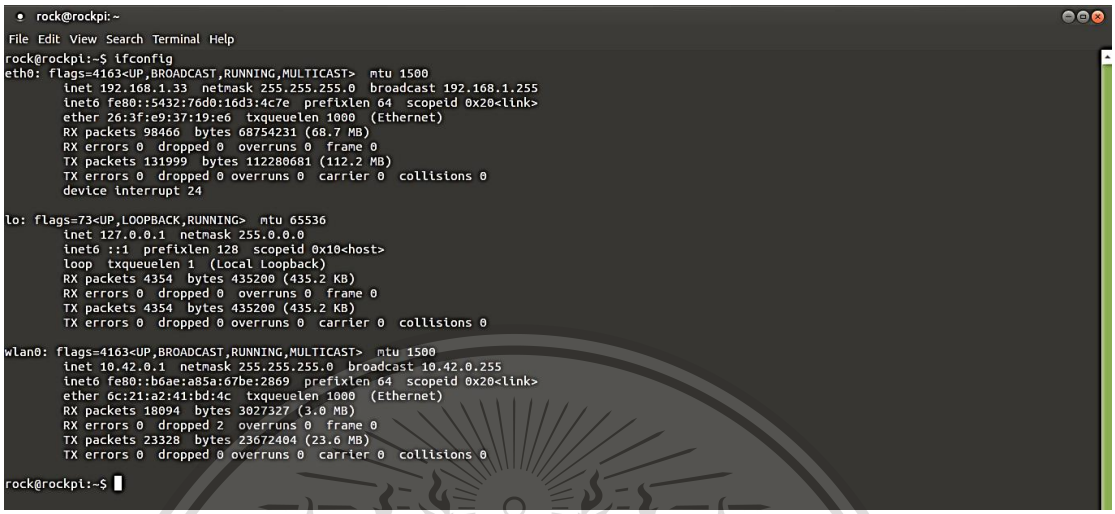
การเปิดการทำงาน WLAN Access Point บน Rock Pi 4



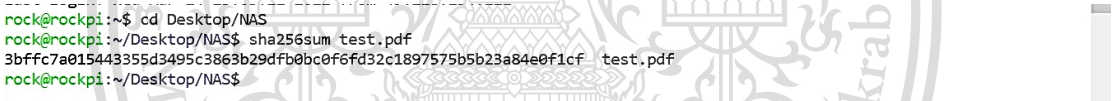
ตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่าน UI บน Ubuntu Mate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

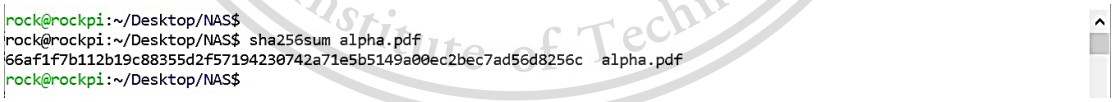
ตั้งค่าการเชื่อมต่อด้วยชุดคำสั่งบน Ubuntu Mate และตรวจสอบการทำงานของ WLAN Acess Point จากเครื่องที่ทำหน้าที่เป็น Access Point



การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยการทำ hash โดยใช้กระบวนการ sha256 บนอุปกรณ์ MiFile เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับมาระหว่างการทดสอบบริการ SMB



การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยการทำ hash โดยใช้กระบวนการ sha256 บนอุปกรณ์ MiFile เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับมาระหว่างการทดสอบบริการ FTP



การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยการทำ hash โดยใช้กระบวนการ sha 1 บนอุปกรณ์ MiFile เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับมาระหว่างการทดสอบบริการ cloud caching ผ่านบริการ SMB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

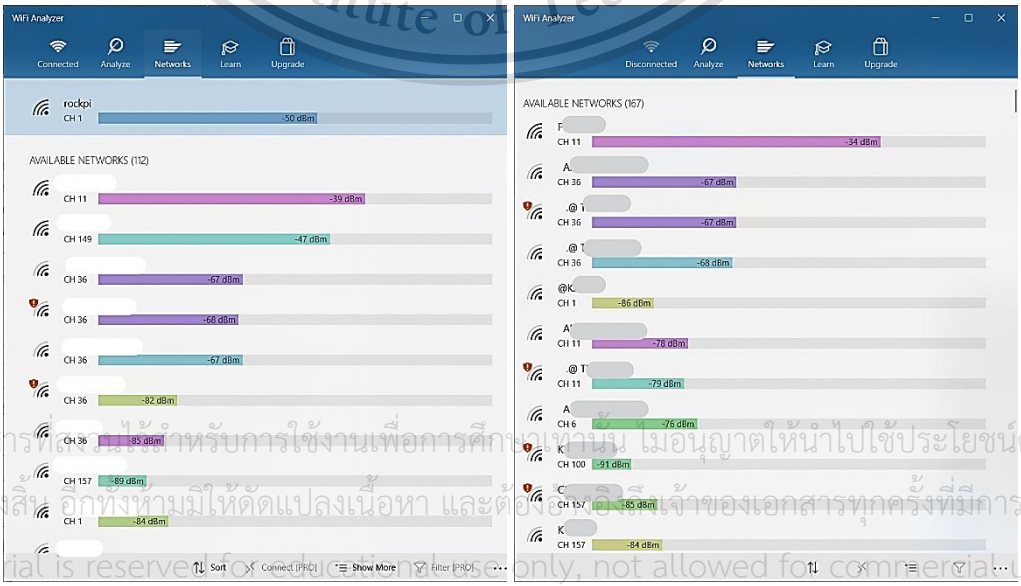
การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยการทำ hash โดยใช้กระบวนการ sha 1 บนอุปกรณ์ MiFile เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับมาระหว่างการทดสอบบริการ cloud caching ผ่านบริการ FTP

```
rock@rockpi:~/Desktop/NAS$ sha1sum alpha.pdf
15a845e0cd0227874508aa1893711e027e2ebd23  alpha.pdf
rock@rockpi:~/Desktop/NAS$
```

การเปิดใช้งานบริการ VPN ผ่านบริการopen VPN โดยใช้ค่าที่ถูกตั้งค่าไว้ล่วงหน้า

```
rock@rockpi:~$ sudo openvpn --config ./Desktop/client1.ovpn
Mon Mar 29 19:30:19 2021 OpenVPN 2.4.4 aarch64-unknown-linux-gnu [SSL (OpenSSL)] [LZO] [LZ4] [EPOLL] [PKCS11] [MH/PKTINFO] [AEAD] built on May 14 2019
Mon Mar 29 19:30:19 2021 library versions: OpenSSL 1.1.1  11 Sep 2018, LZO 2.08
Mon Mar 29 19:30:19 2021 WARNING: No server certificate verification method has been enabled.  See http://openvpn.net/howto.html#mitm for more info.
Mon Mar 29 19:30:19 2021 TCP/UDP: Preserving recently used remote address: [AF_INET]219.100.37.203:443
Mon Mar 29 19:30:19 2021 Socket Buffers: R=[87380->87380] S=[16384->16384]
Mon Mar 29 19:30:19 2021 Attempting to establish TCP connection with [AF_INET]219.100.37.203:443 [nonblock]
Mon Mar 29 19:30:20 2021 TCP connection established with [AF_INET]219.100.37.203:443
Mon Mar 29 19:30:20 2021 TCP_CLIENT link local: (not bound)
Mon Mar 29 19:30:20 2021 TCP_CLIENT link remote: [AF_INET]219.100.37.203:443
Mon Mar 29 19:30:20 2021 TLS: Initial packet from [AF_INET]219.100.37.203:443, sid=ce2a03d4 cc1c2fcb
Mon Mar 29 19:30:21 2021 VERIFY OK: depth=2, C=US, ST=New Jersey, L=Jersey City, O=The USERTRUST Network, CN=USERTrust RSA Certification Authority
Mon Mar 29 19:30:21 2021 VERIFY OK: depth=1, C=GB, ST=Greater Manchester, L=Salford, O=Sectigo Limited, CN=Sectigo RSA Domain Validation Secure Server CA
Mon Mar 29 19:30:21 2021 VERIFY OK: depth=0, CN=*.opengw.net
Mon Mar 29 19:30:21 2021 Control Channel: TLSv1.3, cipher TLSv1.3 TLS_AES_256_GCM_SHA384, 2048 bit RSA
Mon Mar 29 19:30:21 2021 [*.opengw.net] Peer Connection Initiated with [AF_INET]219.100.37.203:443
Mon Mar 29 19:30:22 2021 SENT CONTROL [*.opengw.net]: 'PUSH_REQUEST' (status=1)
Mon Mar 29 19:30:27 2021 SENT CONTROL [*.opengw.net]: 'PUSH_REQUEST' (status=1)
Mon Mar 29 19:30:27 2021 PUSH: Received control message: 'PUSH_REPLY,ping 3,ping-restart 10,ifconfig 10.245.19.61 10.245.19.62,dhcp-option DNS 10.245.254.25
4,dhcp-option DNS 8.8.8.8,route-gateway 10.245.19.62,redirect-gateway def1'
Mon Mar 29 19:30:27 2021 OPTIONS IMPORT: timers and/or timeouts modified
Mon Mar 29 19:30:27 2021 OPTIONS IMPORT: --ifconfig/up options modified
Mon Mar 29 19:30:27 2021 OPTIONS IMPORT: route options modified
Mon Mar 29 19:30:27 2021 OPTIONS IMPORT: route-related options modified
Mon Mar 29 19:30:27 2021 OPTIONS IMPORT: --ip-win32 and/or --dhcp-option options modified
Mon Mar 29 19:30:27 2021 Outgoing Data Channel: Cipher 'AES-128-CBC' initialized with 128 bit key
Mon Mar 29 19:30:27 2021 Outgoing Data Channel: Using 160 bit message hash 'SHA1' for HMAC authentication
Mon Mar 29 19:30:27 2021 Incoming Data Channel: Cipher 'AES-128-CBC' initialized with 128 bit key
Mon Mar 29 19:30:27 2021 Incoming Data Channel: Using 160 bit message hash 'SHA1' for HMAC authentication
Mon Mar 29 19:30:27 2021 ROUTE_GATEWAY 192.168.1.1/255.255.255.0 IFACE=eth0 HWADDR=26:3f:e9:37:19:e6
Mon Mar 29 19:30:27 2021 TUN/TAP device tun0 opened
Mon Mar 29 19:30:27 2021 TUN/TAP TX queue length set to 100
Mon Mar 29 19:30:27 2021 do_ifconfig, tt->did_ifconfig_ipv6_setup=0
Mon Mar 29 19:30:27 2021 /sbin/ip link set dev tun0 up mtu 1500
Mon Mar 29 19:30:27 2021 /sbin/ip addr add dev tun0 local 10.245.19.61 peer 10.245.19.62
Mon Mar 29 19:30:27 2021 /sbin/ip route add 219.100.37.203/32 via 192.168.1.1
Mon Mar 29 19:30:27 2021 /sbin/ip route add 0.0.0.0/1 via 10.245.19.62
Mon Mar 29 19:30:27 2021 /sbin/ip route add 128.0.0.0/1 via 10.245.19.62
Mon Mar 29 19:30:27 2021 WARNING: this configuration may cache passwords in memory -- use the auth-nocache option to prevent this
Mon Mar 29 19:30:27 2021 Initialization Sequence Completed
```

รายนามเครือข่าย Wi-Fi แล้วความแรงสัญญาณของเครือข่าย Wi-Fi แต่ละเครือข่าย ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถตรวจจับได้ ระหว่างการทดสอบการทำงาน Wi-Fi



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.