การวิเคราะห์ความพึงพอใจของการใช้บริการจากคุณภาพสัญญาณ 4G ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดย

นางสาวหทัยรัตน์	ธรรมวัฒน์	รหัสนักศึกษา B5602346
นางสาวชญานินทร์	ศรียางค์	รหัสนักศึกษา B5605095
นางสาวกฐิน	ชุมกาแสง	รหัสนักศึกษา B5620531

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 527499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2557

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประจำภาคการศึกษาที่1 ปีการศึกษาที่ 2559

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของการใช้บริการจากคุณภาพสัญญาณ 4G

ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คณะกรรมการคุมสอบโครงงาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เศรษฐวิทย์ ภูฉายา)

กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิขา 527499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2559

โครงงาน	การวิเคราะห์ความพึงพอใจของการใช้บริการจากคุณภาพสัญญาณ 4G ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี		
จัดทำโดย	นางสาวหทัยรัตน์	ธรรมวัฒน์	รหัส B5602346
	นางสาวชญานินทร์	ศรียางค์	รหัส B5605095
	นางสาวกฐิน	ชุมกาแสง	รหัส B5620531
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์		อุฑารสกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม		
ภาคการศึกษา	1/2559		

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

(Abstract)

ปัจจุบันระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยก้าวเข้ามาสู่ยุคที่สี่ (4G) ด้วยเทคโนโลยี LTE (Long Term Evolution) ซึ่งกำลังเริ่มเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากจะเห็นได้จากการประมูลคลื่น 4G ที่มีการแข่งขันกันสูง อย่างไรก็ตามคุณภาพของสัญญาณแตกต่างกันตามพื้นที่ที่ให้บริการทำให้ผู้ให้บริการต้องวิเคราะห์ความพอใจจากการใช้งานเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โครงงานนี้จึงได้นำเสนอการวิเคราะห์ความพึงพอใจของการใช้บริการจากคุณภาพสัญญาณ4G ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของสัญญาณกับค่าความพึงพอใจและหาความสัมพันธ์เพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพของเครือข่ายต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถเสร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง และให้คำปรึกษาในทุกด้าน ทั้งในด้านวิชาการและการดำเนินการ รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงงาน อันประกอบไปด้วย

รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำแนะนำ ช่วยแก้ปัญหา รวมทั้งช่วยตรวจสอบความถูกต้องจนโครงงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณพี่ปธิกร อันชื่น ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และสุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณบิดา มารดา ที่ท่านให้การดูแลเอาใจใส่ คอยให้กำลังใจและอยู่เคียงข้างมาโดยตลอดจนกระทั่งโครงงานนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวหทัยรัตน์ ธรรมวัฒน์ รหัส B5602346

นางสาวชญานินทร์ ศรียางค์ รหัส B5605095

นางสาวกฐิน ชุมกาแสง รหัส B5620531

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูปภาพ	จ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 พารามิเตอร์ที่สำคัญในการพิจารณา	7
2.3 การใช้งาน Field Test	8
2.4 การใช้งานแอพพลิเคชัน n Perf	10
2.5 การวัดค่าความพึงพอใจ	12
2.6 การวิเคราะห์การถดถอย	14

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การวัดสัญญาณและความพึงพอใจ	20
3.1 การออกแบบและวางแผนวัดสัญญาณ	20
3.2 การเก็บข้อมูล	22
บทที่4 การวิเคราะห์ผลการวัดสัญญาณ	24
4.1การวิเคราะห์ผลจากโปรแกรม SPSS	24
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และค่าความพึงพอใจ	28
4.3 การปรับข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel	43
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และค่าความพึงพอใจ	46
4.5 สรุปผลการทดลอง	49
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	52
5.1 สรุปโครงงาน	52
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	53
5.3 การพัฒนาต่อในอนาคต	53
บรรณานุกรม	54
ประวัติผู้เขียน	56

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

เนื้อหา	หน้า
รูปที่ 2.1เทคโนโลยี 4G ที่เกิดจากการรวมกันระหว่าง Wimaxเข้ากับ 3G	4
รูปที่ 2.2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ LTE	5
รูปที่ 2.3 การเปรียบเทียบความเร็วในการดาวน์โหลดตั้งแต่ 2G-4G	5
รูปที่ 2.4 กดหมายเลขการใช้งาน Field Test	8
รูปที่ 2.5 โหมด Field Test	8
รูปที่ 2.6 ค่าพารามิเตอร์ของ Field Test(1)	9
รูปที่ 2.7ค่าพารามิเตอร์ของ Field Test(2)	9
รูปที่ 2.8เปิดการใช้งานแอพพลิเคชั่น nPerf	10
รูปที่ 2.9การใช้งานแอพพลิเคชั่น nPerf	10
รูปที่ 2.10การเลือก Server	11
รูปที่ 2.11 ดูค่าพารามิเตอร์ของแอพพลิเคชั่น nPerf	11
รูปที่ 2.12 ใช้งานแอพพลิเคชั่น YOUTUBE	12
รูปที่ 2.13การใช้งานแอพพลิเคชั่น VDO Call	13
รูปที่ 2.14การใช้งาน Web	13
รูปที่ 2.15 กราฟการวิเคราะห์การถดถอย	14
รูปที่ 2.16 กราฟฟังก์ชั่น power	16
รูปที่ 2.17 กราฟฟังก์ชั่น Logarithm	17
รูปที่2.18F-Distribution	18
รูปที่ 3.1 แผนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	20
รูปที่ 3.2 ออกแบบพื้นที่การวัดสัญญาณ	20
รูปที่ 3.3 ออกแบบตารางเพื่อเก็บค่าพารามิเตอร์	21
รูปที่ 3.4 ค่าพารามิเตอร์ของ Field Test	22
รูปที่ 3.5 ค่าพารามิเตอร์ของ nPerf	23

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

รูปที่ 4.1 การใช้งานโปรแกรม SPSS(1) 24

รูปที่ 4.2 การใช้งานโปรแกรม SPSS(2) 25

รูปที่ 4.3 การใช้งานโปรแกรม SPSS(3) 26

รูปที่ 4.4 การใช้งานโปรแกรม SPSS(4) 26

รูปที่ 4.5 การใช้งานโปรแกรม SPSS(5) 27

รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Youtubeกับ Download(1) 28

รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ Download(1) 29

รูปที่ 4.8กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Download(1) 30

รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Youtubeกับ Upload 31

รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง VDO call กับ Upload 32

รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Upload 33

รูปที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Youtubeกับ Latency 34

รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ Latency 35

รูปที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Latency 36

รูปที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Youtubeกับ RSRP 37

รูปที่ 4.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ RSRP 38

รูปที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ RSRP 39

รูปที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Youtubeกับ RSSI 40

รูปที่ 4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ RSSI 41

รูปที่ 4.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ RSSI 42

รูปที่ 4.21 การใช้งานโปรแกรม Microsoft Excell(1) 44

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

รูปที่ 4.22 การใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel(2) 44

รูปที่ 4.23 การใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel(3) 45

รูปที่ 4.24 การใช้งานโปรแกรม SPSS Statistics 45

รูปที่ 4.25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Youtubeกับ Download(2) 46

รูปที่ 4.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ Download(2) 47

รูปที่ 4.27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Download(2) 48

รูปที่ 4.28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Youtubeกับ Download(3) 50

รูปที่ 4.29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ Download(3) 50

รูปที่ 4.30 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Download(3) 51

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบระหว่าง 3G และ 4G 6

ตารางที่ 4.1 สรุปความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์กับแอพพลิเคชั่น 49

ตารางที่ 5.1 ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไข 53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยก้าวเข้ามาสู่ยุคที่สี่ (4G) ด้วยเทคโนโลยี LTE (Long Term Evolution)ซึ่งให้อัตราการส่งข้อมูลสูง มีความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูล ภาพ เสียง และสื่อมัลติมีเดียทุกรูปแบบ ทำให้กลายเป็นเครือข่ายหลักสำหรับประชาชนในการดำรงชีวิต อย่างไรก็ตามสำหรับการใช้งานจริงนั้นประสิทธิภาพของระบบเพียงอย่างเดียวไม่สามารถสะท้อนภาพเครือข่ายที่ดีได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าเครือข่ายสามารถให้บริการพื้นที่หนึ่งด้วยความเร็วสูง แต่ในพื้นที่นั้นมีจำนวนผู้ใช้บริการมาก ผลที่เกิดขึ้นคือการรับส่งข้อมูลก็จะช้า หรือไม่เต็มประสิทธิภาพ เมื่อเทียบกับพื้นที่ที่มีความเร็วปานกลาง แต่มีผู้ใช้บริการเพียงคนเดียว ผู้ใช้บริการนั้นก็จะส่งข้อมูลได้เต็มประสิทธิภาพและเร็วกว่าในกรณีแรก ดังนั้นคุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service) ไม่ได้สะท้อนภาพไปที่ความพึงพอใจของผู้ใช้งานเสมอไป ดังนั้นจึงเป็นผลกระทบที่ควรเร่งพิจารณาเพราะถ้าเราไม่สามารถประเมินความพึงพอใจจากเครือข่ายที่ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ ผู้ใช้บริการจะเสียค่าใช้จ่ายแบบเหมาจ่ายในสิ่งที่ไม่ตรงตามความหวังที่ควรจะเป็น

เพื่อแก้ปัญหานี้การใช้ความพอใจของผู้ใช้บริการเรียกว่า คุณภาพของประสบการณ์ (Quality of Experience) ซึ่งสามารถวัดความพอใจของผู้ใช้บริการออกมาเป็นคะแนนหรือที่เรียกว่าคะแนน MOS (Mean Opinion Score) แต่คุณภาพของประสบการณ์นี้เป็นค่าที่ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ การพิจารณาความพอใจนั้นสะท้อนจากผลลัพธ์ของการได้รับบริการเป็นสำคัญ

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงนำเสนอการวิเคราะห์ความพึงพอใจของการใช้บริการจากคุณภาพสัญญาณ 4G ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพของเครือข่ายต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพารามิเตอร์ของเครือข่าย 4G ที่เกี่ยวกับคุณภาพของสัญญาณ
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์กับค่าความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ
3. เพื่อศึกษา Field Test บนระบบปฏิบัติการ iOS
4. เพื่อวิเคราะห์กราฟการถดถอย
5. เพื่อเรียนรู้การใช้งาน Application nPerf

1.3 ขอบเขตงาน

1. วัดสัญญาณเครือข่าย 4G ภายในพื้นที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
2. เก็บค่าเฉพาะพารามิเตอร์ที่สำคัญในการพิจารณา

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานเกี่ยวกับขอบเขตของโครงงานที่จะทำ
2. จัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน
3. ศึกษาการความหมายพารามิเตอร์ การใช้งานโปรแกรม field test บนระบบปฏิบัติการ iOS และการใช้งานโปรแกรม n Perf
4. ทำการวัดค่าเก็บผลข้อมูลรอบบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
5. วิเคราะห์ สรุปผล เขียนรายงานโครงงานและนำเสนอโครงงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำไปพัฒนา ปรับปรุงเครือข่ายในจุดที่บกพร่องให้มีคุณภาพสัญญาณที่ดีขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

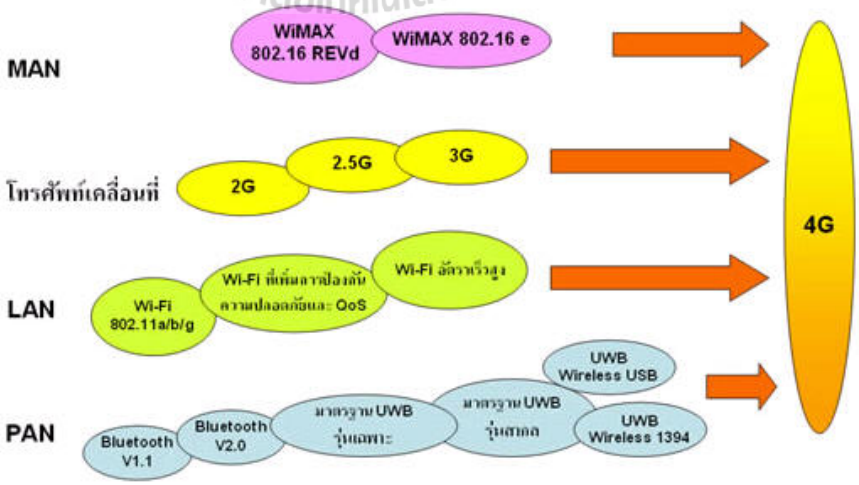
ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้นอย่างรวดเร็ว จนทำให้โลกทุกวันนี้กลายเป็นโลกไร้พรมแดน ทุกคนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ง่ายกว่าเดิม โดยผ่านเทคโนโลยีไร้สาย ซึ่งสามารถแบ่งตามยุคสมัยต่างๆ คือ

ยุค 1G (1^{st} Generation) เป็นยุคที่ทำได้เพียงแค่การโทรออก-รับสาย โดยใช้การส่งสัญญาณวิทยุแบบอนาล็อก(Analog)ในการส่งคลื่นเสียง (voice)

ยุค 2G (2^{nd}Generation) เป็นยุคที่เปลี่ยนจากการส่งคลื่นวิทยุแบบอนาล็อก (Analog) มาเป็นการเข้ารหัสดิจิตอล (Digital) แทน และได้นำเทคโนโลยี EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) มาใช้ในระบบมาตรฐานคลื่นความถี่ GSM (Gobal System for Mobile Communication) เพื่อเพิ่มความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล ทำให้ในยุคนี้สามารถเล่นอินเทอร์เน็ตได้แต่มีความเร็วที่จำกัดและไม่สามารถรองรับไฟล์ขนาดใหญ่ได้

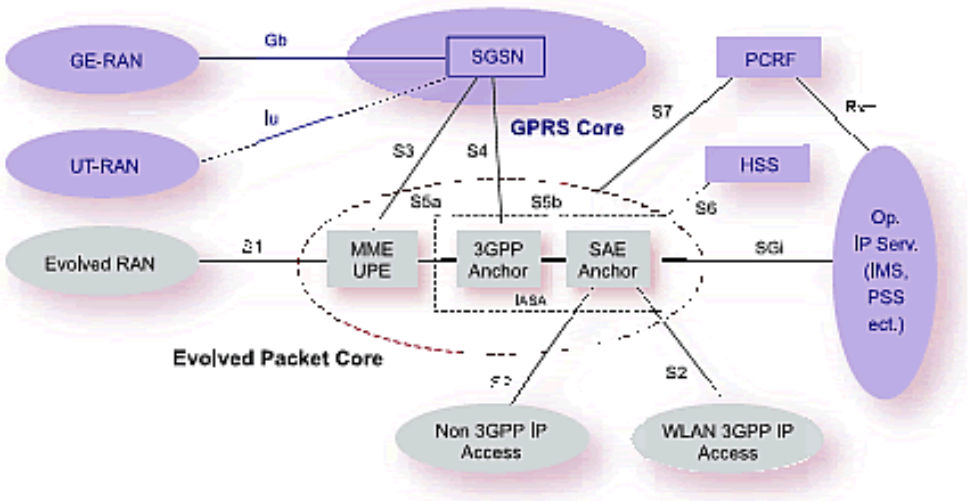
ยุค 3G (3^{rd} Generation) เป็นยุคเทคโนโลยีไร้สายที่ถูกพัฒนามาจากยุค 2G ที่มีข้อจำกัดในหลายๆ ด้าน ให้มีขีดความสามารถในการรับส่งข้อมูลที่เหนือกว่า ซึ่งนำเทคโนโลยี UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) มาใช้ ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายมาตรฐานใหม่ที่ถูกพัฒนามาจาก ระบบมาตรฐานคลื่นความถี่ GSM ที่มีเทคโนโลยีหลักคือ W-CDMA ซึ่งเน้นการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยความเร็วสูงเพื่อรองรับการใช้งานของอุปกรณ์สมัยใหม่ต่อมาได้ถูกพัฒนาให้เป็นเทคโนโลยี HSPA+ ที่สามารถรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุดถึง 42 Mbps

ยุค 4G หรือ (4^{th} Generation) เทคโนโลยี LTE (*Long Term Evolution)* เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากความร่วมมือของ 3GPP (3rd Generation Partnership Project) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ที่มีการพัฒนาให้ LTE มีความสามารถในการส่งถ่ายข้อมูลและมัลติมีเดียสตรีมมิ่งที่มีความเร็วอย่างน้อย 100 Mbpsและมีความเร็วสูงสุดถึง 1 Gbps ซึ่งมากกว่าในยุค 3G ถึง 10 เท่า นอกจากเทคโนโลยี LTE แล้วยังมีเทคโนโลยี UMB (Ultra Mobile Broadbrand) และ WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)เป็นเทคโนโลยีบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงสามารถส่งสัญญาณได้ไกลถึง 40 ไมล์ ด้วยความเร็ว 70 Mbps และมีความเร็วสูงสุด 100 Mbps โดยปัจจุบันนี้มีเพียง 2 เทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในยุค 4G คือ เทคโนโลยี LTE และ Wimax ซึ่งเกือบทุกประเทศทั่วโลกใช้เทคโนโลยี 4G LTE



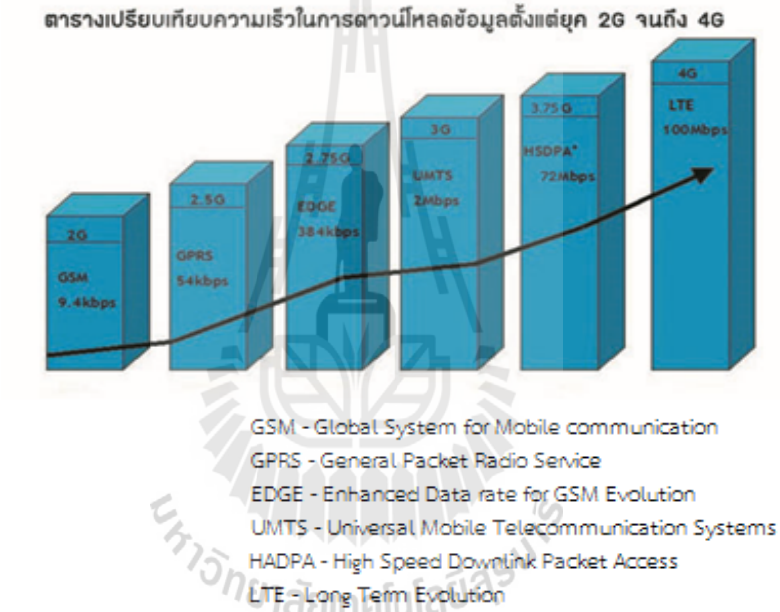
รูปที่2.1เทคโนโลยี 4G ที่เกิดจากการรวมกันระหว่าง Wimax เข้ากับ 3G [5]

เทคโนโลยี LTEได้มีการทดสอบกันในประเทศชั้นนำอย่างประเทศญี่ปุ่น โดยมีผู้ใช้บริการเป็นคนผลักดันหลักของมาตรฐาน 3GPP Rel-8 เพื่อให้เกิด LTE ขึ้นมา โดยผู้ให้บริการรายใหญ่ต่าง ๆ ได้แก่ Sprint Nextel จากสหรัฐอเมริกา, China Mobile, Vodafone, Orange, KPN Mobile, T-Mobile International และ NTT DoCoMo ได้ร่วมมือกันผลักดัน โดยจัดตั้งเป็นบริษัทที่ชื่อว่า Next Generation Mobile Networks (NGMN) ขึ้นมาในเดือนกันยายน 2006ไว้สำหรับเครือข่ายบรอดแบนด์ไร้สายซึ่งในขณะนี้เครือข่ายบรอดแบนด์ไร้สายเป็นที่นิยมกันอย่างมากจึงทำให้การมีการเติบโตทางด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว จึงทำให้มีการผลักดันเทคโนโลยี LTEขึ้นมาเพื่อให้มีประสิทธิภาพของสเปกตรัม (Spectrum) ที่ดีกว่า มี Latency ต่ำกว่า เพื่อที่จะทำให้ได้แบนด์วิดธ์และ Latency ในการบริการที่ดีกว่าซึ่งเทคโนโลยี LTE นี้จะต้องให้แบนด์วิดธ์ได้สูงถึง 100 Mbps ทางด้านดาวน์ลิงก์และประมาณ 50 Mbps ทางด้านอัพลิงก์ การให้บริการได้ถึง 200 Active Users ในเซลล์เดียวกัน มีความยืดหยุ่นของสเปกตรัมความถี่ที่ให้บริการทำได้ตั้งแต่ 1.25-20 MHz แบบไม่ตายตัวด้วยความต้องการเหล่านี้จึงทำให้เทคโนโลยี LTE พัฒนาตามโครงสร้างและสถาปัตยกรรมหรือ Architecture ที่แบนราบ ลักษณะเป็นแบบ 2 Node เท่านั้น ก็คือ EPS (Evolved Packet System) และ eNodeB ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และเพื่อที่จะทำให้การใช้งานทางความถี่และแบนด์วิดธ์มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและกว้างขึ้น จึงใช้เทคโนโลยีด้านความถี่อย่างOFDMA เข้ามาช่วยทำให้แบนด์วิดธ์ใช้งานได้สูงขึ้น



รูปที่2.2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ LTE [11]

เทคโนโลยี 4G จะมีความได้เปรียบเทคโนโลยี 3G มาก ไม่ว่าจะเป็นด้านความปลอดภัย ด้านบอร์ดแคช ด้านความถี่และแบนด์วิดธ์ที่ใช้รับส่งข้อมูล ด้านการครอบคลุมของเครือข่าย ด้านความสามารถในการรับส่งข้อมมูลที่สูงกว่า เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และตารางที่2.1



รูปที่2.3การเปรียบเทียบความเร็วในการดาวน์โหลดตั้งแต่ 2G-4G [4]

ตารางเปรียบเทียบระหว่าง 3G กับ 4G

	ระบบ3G	ระบบ4G
การขับเคลื่อน (Driving force)	เน้นความสำคัญด้านเสียงเป็นหลัก การรับส่งข้อมูลเป็นอันดับรอง	ทั้งข้อมูลและมัลติมีเดีย ไปด้วยกันบนบริการเครือข่ายของ IP
สถาปัตยกรรมเครือข่าย	Wide area network	เป็นการรวมกันระหว่าง เครือข่ายไร้

(Network architecture)		สายกับ Wide area network
Bandwidth (Hz)	384K – 2M	100 M สำหรับการเคลื่อนที่และ 1G สำหรับสถานี(อยู่กับที่)
Frequency band (GHz)	1.8 – 2.4	2 – 8
Switching	การส่งข้อมูลใช้แบบ Circuit switched และ packet switched	ส่งข้อมูลแบบ packet switched
Access technology	CDMA family	OFDMA family
QoS และความปลอดภัย	ไม่สนับสนุน	สนับสนุน
เทคนิค Multi-antenna	สนับสนุนอย่างจำกัด	สนับสนุน
การบริการด้าน Muticast/broadcast	ไม่สนับสนุน	สนับสนุน

ตารางที่ 2.1เปรียบเทียบระหว่าง 3G และ 4G [5]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2 พารามิเตอร์ที่สำคัญในการพิจารณา

2.2.1 RSRP : Reference Signal Receive Power.

ค่าเฉลี่ยเชิงเส้นของสัญญาณอ้างอิง downlink ผ่านช่องแบนด์วิดธ์สามารถบอกความแรงของสัญญาณและบ่งชี้คุณภาพของสัญญาณ มีหน่อยเป็น dB เป็นการลบทอนของสัญญาณยิ่งลดทอนน้อยยิ่งดีนั้นเอง

2.2.2 RSRQ : Reference signal receive quality.

คุณภาพของสัญญาณที่ได้รับมีหน่วยเป็น dBมีสูตร ดังนี้

$$RSRQ = N_{prb} \frac{RSRP}{(E - UTRA\ Carrier\ RSSI)} \quad (1)$$

เมื่อ

RSRP = เป็นกำลังงานของการรับจาก 1 RE (จำนวน Resource element (RE) ต่อ 1 Subframe) =ค่าเฉลี่ยของระดับพลังงานที่ได้รับจากสัญลักษณ์สัญญาณอ้างอิง

RSSI = เป็นการวัดแบนด์วิดธ์ทั้งหมด

N = เป็นการวัดที่ขึ้นอยู่กับแบนด์วิดธ์

2.2.3 RSSI: Received Signal Strength Indicator.

เป็นการวัดความแรงหรือความเข้มของสัญญาณตัวรับ(พลังงานเป็นตัวสำคัญ) หน่วยเป็น dBm ยิ่งติดลบน้อยยิ่งดีโดยทั่วไป RSSI เป็นเทคโนโลยีของเครื่องรับวิทยุปกติผู้ใช้จะไม่สามารถมองเห็นได้

2.2.4 Download bitrate

การรับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่อุปกรณ์ภายในของเรา ไม่ว่าจะเป็นการเปิดเข้าหน้าเว็บ การ download ไฟล์จากเว็บ ก็ถือว่าอยู่ในกลุ่มของการ download เช่นเดียวกัน ยิ่งความเร็วในการดาวน์โหลดสูง ย่อมทำงานได้เร็วขึ้น

2.2.5Upload bitrate

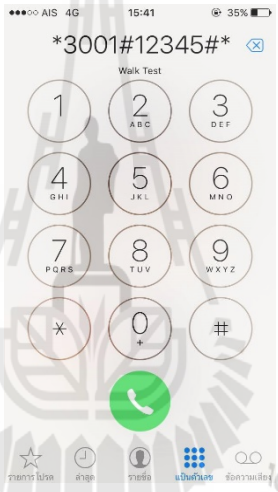
การส่งข้อมูลออกจากอุปกรณ์ของเราสามารถส่งในรูปแบบไม่จำกัด ไม่ว่าจะเป็น ข้อความ รูปภาพ เสียง หรือแม้กระทั่งวีดีโอ ส่งออกไปโดยสามารถส่งออกได้ในช่องทางต่างๆ เช่น การส่งผ่าน Message / Email หรือแม้กระทั่งผ่าน FTP (อีกหนึ่งวิธีในการย้ายข้อมูล) เป็นต้น กิจกรรมเหล่านี้ล้วนต้องการความเร็วในการอัพโหลดทั้งสิ้น

2.2.6 Latency

ในเครือข่าย Latency เป็นคำพ้องของ Delay คือเป็นการแสดงเวลาที่ใช้ในการนำ 1 แพ็คเกตของข้อมูล จากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง บางการใช้งาน Latency เป็นการวัดโดยการส่ง 1 แพ็คเกตที่ส่งกลับไปยังผู้ส่ง ซึ่ง 1 รอบการเดินทางพิจารณาเป็น Latency

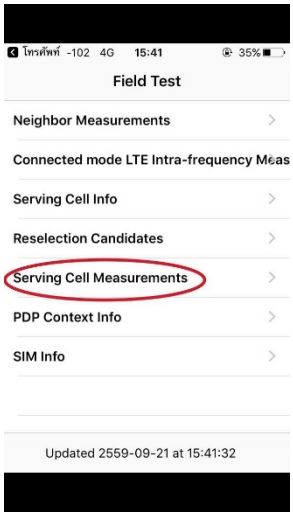
2.3 การใช้งาน Field Test

1. กด Phone app โทรออกไปที่ *3001#12345#* แล้วกดโทรออกดังแสดงในรูปที่ 2.4



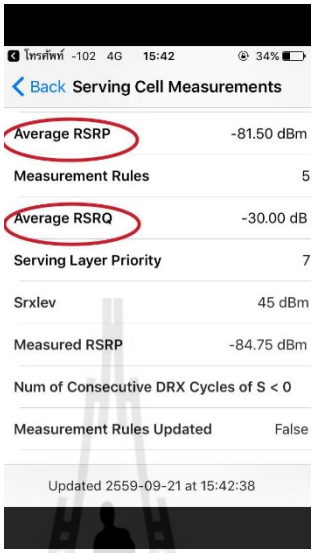
รูปที่ 2.4กดหมายเลขการใช้งาน Field Test

2. เลือก Serving Cell Measurementsดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5โหมด Field Test

3.ดูค่า RSRQ และ RSRP ที่แสดงบนหน้าจอดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6ค่าพารามิเตอร์ของ Field Test(1)

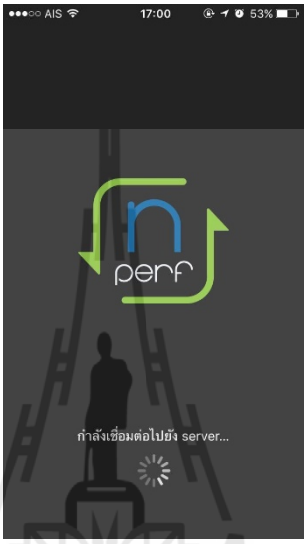
4.ดูค่า RSSI ที่แสดงด้านบนหน้าจอดังแสดงในรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7ค่าพารามิเตอร์ของ Field Test(2)

2.4 การใช้งานแอพพลิเคชัน nPerf

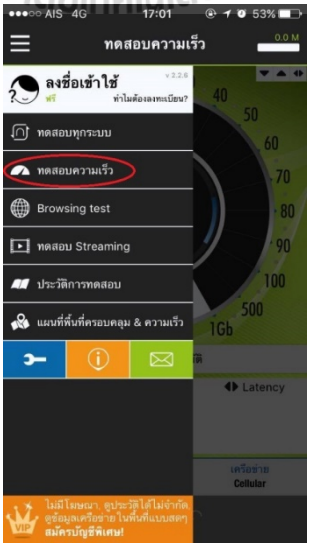
ใช้แอพพลิเคชั่น nPerfเพื่อเก็บค่าพารามิเตอร์ Download , Upload และ Latency

1.เปิดแอพพลิเคชั่น nPerfดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8เปิดการใช้งานแอพพลิเคชั่น nPerf

2. เลือกทดสอบความเร็วดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9การใช้งานแอพพลิเคชั่น nPerf

3. กดปิดเลือกอัติโนมัติ แล้วกดเลือก [TH] Bangkok – 1 Gb/s – ADSLThailand.com ดังแสดงในรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10การเลือก Server

3. กด Test my bitrate แล้วดูค่า Download, Upload, Latency บนหน้าจอดังแสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11ดูค่าพารามิเตอร์ของแอพพลิเคชั่น nPerf

2.5 การวัดค่าความพึงพอใจ

การวัดค่าความพึงพอใจ แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

มากที่สุด (5)

มาก (4)

ปานกลาง (3)

น้อย (2)

น้อยที่สุด (1)

2.5.1Youtube

การวัดค่าความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยวัดจากวิดีโอที่เล่นมีการกระตุกมากน้อยเพียงใดดังแสดงในรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12ใช้งานแอพพลิเคชั่น YOUTUBE

2.5.2 VDO Call

การวัดความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยวัดจากสัญญาณในการเชื่อมต่อ ความคมชัดของภาพ และการกระตุกมีมากน้อยเพียงใดในการสื่อสารดังแสดงในรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13การใช้งานแอพพลิเคชั่น VDO Call

2.5.3 Search

การค้นหาข้อมูลวัดความพึงพอใจของผู้ใช้งานจากความเร็วของการเข้าสู่หน้าเว็บนั้นๆดังแสดงในรูปที่ 2.14

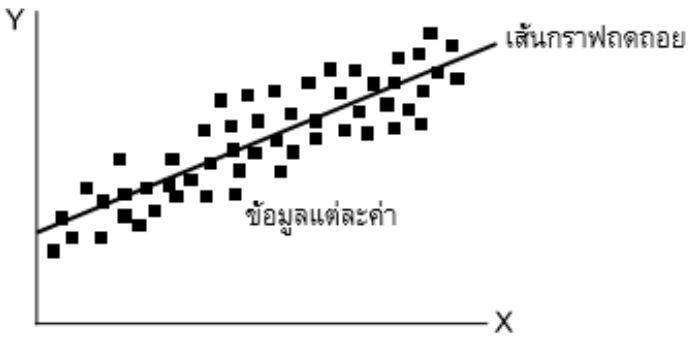
รูปที่ 2.14การใช้งาน Web

2.6 การวิเคราะห์การถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปร วัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์การถดถอยคือ เราต้องการประมาณค่าของตัวแปรตัวหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent Variable) นิยมเขียนแทนด้วย Y โดยอาศัยความรู้จากตัวแปรอื่น ซึ่งเรียกว่า ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) นิยมเขียนแทนด้วย X หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า เราใช้ความรู้ หรือสารสนเทศจาก X เป็นเกณฑ์ในการประมาณ Y ถ้าใช้ตัวแปร X เพียงตัวแปรเดียวในการประมาณ Y และความสัมพันธ์ของ Y และ X เป็นเชิงเส้นตรง เราเรียกว่า การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression)

2.6.1การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Analysis) เป็นการศึกษาความ สัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว (ในที่นี้คือตัวแปร X และ Y) ที่ มีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น (Linear) โดยมีสมการถดถอยก็คือ $Y = \alpha + \beta X$ ในที่นี้ Y ก็คือค่าเฉลี่ยของ Y (ไม่ใช้ค่า Y แต่ละ ค่า) เนื่องจากในการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายนั้น ตัวแปร X จะถูกกำหนดค่าไว้ก่อน และค่า Y จะเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปร X เนื่องจากค่า X ค่าหนึ่งจะมีค่า Y ที่เป็นคู่ของค่า X หลาย ๆ ค่า และเมื่อนำค่า X และ Y ทั้งหมดไปพล็อตบนแกน X, Y แล้วลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่ปรากฏเส้นกราฟที่ ได้จะเป็นเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปร X กับตัวแปร Y ซึ่งก็ คือเส้นกราฟถดถอย (Regression Line) นั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15กราฟการวิเคราะห์การถดถอย [8]

จากสมการเส้นตรง Y = α + βX ซึ่ง αและ βเป็นพารามิเตอร์ไม่ทราบค่า จึงจะต้องประมาณค่าโดยใช้ข้อมูลจากตัวอย่าง โดยที วิธีที นิยมใช้ในการประมาณค่าของ αและ βก็คือวิธีกำลังสองน้อยที่ สุด (The Least Squares Method) ซึ่งจะแทนค่าของ αและ βด้วยค่า a และ b โดยที่ a ก็คือค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่เส้นกราฟถดถอยตัดกับแกน Y ส่วน b เป็นความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ ซึ่งแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ X เปลี่ยนแปลง เรียกส่วนนี้ ว่า สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ สมการถดถอยอย่างง่าย เขียนได้ดังนี้

$$Y = a + bX \qquad (2)$$

Y = ตัวแปรตาม (เนื่องจากค่าของ Y ขึ้นอยู่กับค่าของ X)

X = ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

a = ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดกับแกน Y

b = ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ

<u>เงื่อนไข</u>

1.ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ต้องได้จากการสุ่ม นั่นคือ ความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนต้องเป็นอิสระต่อกัน(no autocorrelation)

2.ค่าความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงแบบปกติ โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนต้องคงที่ทุกค่า x (Homosedasticity)

3.ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง

2.6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชั่นในรูปแบบ Power Function

สมการของฟังก์ชันเขียนได้ดังนี้

$$y = bx^a \qquad (3)$$

โดยที่ Y และ X เป็นตัวแปรตาม ส่วน a และ b เป็นค่าคงที่ เราจะพิจารณาค่า a และ b เฉพาะค่าที่เป็นบวกคือ a,b>0 ถ้า a=0 แสดงว่า Y = bจะเป็น constant functionถ้า a เป็นค่าจำนวนเต็มบวกก็จะเป็นชุดของ Polynomials function เช่นถ้า a = 1 สมการ$y = bx^a$ก็

จะมีความสัมพันธ์แบบ function เชิงเส้น ที่มีค่า intercept เท่ากับ 0และถ้าค่า a = 2 สมการ $y = bx^a$ก็จะเป็นสมการ Quadraticคือ$y = bx^2$

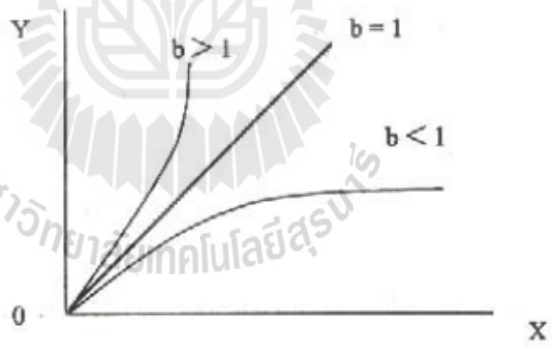
ลักษณะกราฟของpower functionจากสมการข้างต้นเมื่อกำหนดให้ค่า b มีค่าต่างๆ คือจากทฤษฎีการผลิต

ถ้า ค่า b < 1 จะเป็นกรณี diminishing return

ถ้า b = 1 จะเป็นกรณี constant return

ถ้า b > 1 จะเป็นกรณี increasing return

สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16กราฟฟังก์ชั่นpower[8]

2.6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชั่นในรูปแบบ Exponential Function

ฟังก์ชันเลขชี้กำลัง หรือ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลหมายถึงฟังก์ชัน e^xเมื่อ e คือจำนวนที่ทำให้ฟังก์ชัน e^xเท่ากับอนุพันธ์ของมันเอง (ซึ่ง e มีค่าประมาณ 2.718281828)ฟังก์ชันเลขชี้กำลังถูกใช้เพื่อจำลองความสัมพันธ์ เมื่อการเปลี่ยนแปลงคงตัวในตัวแปรอิสระ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามสัดส่วนเดียวกันในตัวแปรตามสมการของฟังก์ชันเขียนได้ดังนี้

$$y = be^{ax} \quad (4)$$

Y = ตัวแปรตาม (เนื่องจากค่าของ Y ขึ้นอยู่กับค่าของ X)

X = ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

b =ค่าคงที่

a = ถ้า a เพิ่มขึ้นกราฟจะวางตัวอยู่เหนือแกน x เสมอ แต่เมื่อ aเป็นลบกราฟจะลู่เข้าแกน x

2.6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชั่นในรูปแบบ Logarithm Function

เป็นการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นฟังก์ชันผกผันของฟังก์ชันเลขชี้กำลัง ค่า logarithm ของจำนวนหนึ่งโดยกำหนดฐานไว้ให้ จะมีค่าเทียบเท่ากับ การเอาฐานมายกกำลังค่าลอการิทึม ซึ่งจะให้คำตอบเป็นจำนวนนั้นสมการของฟังก์ชันเขียนได้ดังนี้

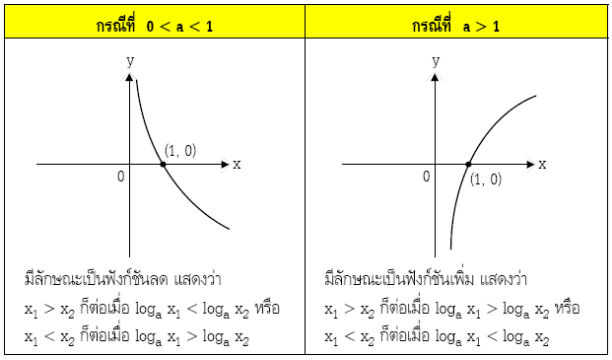
$$y = b + a\log x \quad (5)$$

Y = ตัวแปรตาม (เนื่องจากค่าของ Y ขึ้นอยู่กับค่าของ X)

X = ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

b =ค่าคงที่

a = พิจารณาได้ 2 กรณี คือ 0<a<1 และ a>1 ซึ่งแต่ละกรณีจะทำให้ลักษณะกราฟของฟังก์ชั่นแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.17



[8]

2.6.2 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(Coefficient of determination- R^2)

การที่จะตรวจสอบตัวแบบหรือสมการพยากรณ์ว่าสามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องหรือใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดนั้น พิจารณาความผันแปรของyว่ามีผลมาจากxมากน้อยเพียงใด มีค่าตั้งแต่ 0ถึง1 ถ้าข้อมูลที่นำมาใช้ศึกษามีจำนวนน้อย การคำนวณค่า R^2จำเป็นต้องมีการปรับด้วยขนาดของข้อมูลเพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นค่าR^2 มีค่าเข้าใกล้1แสดงว่า สมการที่ได้มีประสิทธิภาพสูง ถ้าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า มีประสิทธิภาพต่ำ

2.6.3 ระดับนัยสำคัญทางสถิติ(Sig)

ถ้ามีค่า sig น้อยกว่าหรือเท่ากับ .05 แสดงว่าค่าสหสัมพันธ์นั้นมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้า sig มากกว่า .05 ค่าสหสัมพันธ์นั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.6.4 ค่าสถิติF

เป็นสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวน และค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไปข้อมูลตัวอย่างที่มีอยู่จะต้องได้มาจากข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ

2.6.5 ข้อกำหนด (Assumtion) ของ F-Test

ก่อนจะมีการใช้ F-Test ผู้ทำการวิเคราะห์จะต้องแน่ใจว่าข้อมูลที่มีอยู่ เป็นไปตามเงื่อนไข 2 อย่างต่อไปนี้

1. สิ่งตัวอย่างที่จะเทียบกันทั้งสองกลุ่ม ถูกสุ่มมาจากประชากรแม่อย่างถูกต้อง (Randomly)

2. ประชากรที่ทำการสุ่มตัวอย่างมานั้นจะต้องมีการกระจายแบบ Normal distribution

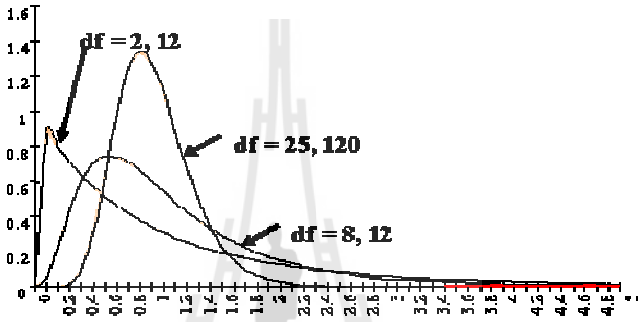
2.6.6 Test Statistics

ในการทดสอบจะใช้ สถิติทดสอบ F โดยที่มีสมการดังนี้

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \qquad \text{โดยที่} \quad S_1^2 > S_2^2 \quad \text{และ } df_1 = n_1 - 1 \ , \ df_2 = n_2 - 1 \tag{6}$$

ค่า F ดังกล่าวจะสอดคล้องตาม F-Distribution ดังนั้นเราจึงใช้ ค่าจาก F-Distribution ดังกล่าวมาเป็นเกณฑ์ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ของ F-Statisitcs ใน F-Test

ค่า F ที่ได้จะมีลักษณะการกระจายโดยจะเบ้ออกทางขวามือ และมีค่ามากกว่า 0 เสมอ ลักษณะของกราฟจะเปลี่ยนแปลงระดับความเบ้ ตามขนาด Degree of freedom ซึ่งเท่ากับ n_1-1 และ n_2-1 ดังแสดงในรูปที่ 2.18และต่อมารูปแบบการกระจายนี้ได้ถูกเรียกว่า Fisher Distribution หรือ F-Distribution



รูปที่2.18F-Distribution[9]

2.6.7 องศาเสรี

ในทำนองเดียวกันกับผลรวมกำลังสองพบว่าองศาเสรีทั้งหมดสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ องศาเสรีของสมการถดถอยและองศาเสรีของความคลาดเคลื่อน องศาเสรีทั้งหมดเป็นองศาเสรีของ SST โดยมีค่าเท่ากับ n – 1 การสูญเสียความเป็นอิสระ 1 ค่าเนื่องจากข้อกำหนดที่ว่าผลรวมของค่าความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตกับค่าเฉลี่ยหรือเท่ากับ 0 องศาเสรีของ SSE เท่ากับn - 2 การสูญเสียความเป็นอิสระไป 2 ค่าเนื่องจากการประมาณค่า $\beta 0$ และ $\beta 1$ สำหรับ องศาเสรีของ SSR เท่ากับ 1 เนื่องจากองศาเสรีรวมของ SSR กับ SSE ต้องเท่ากับ SST ดังนี้

$$n - 1 = 1 + (n - 2) \qquad (7)$$

ในตาราง Parameter Estrmates การประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์การถดถอยที่มีตัวแปรอิสระ

2.6.8 คุณสมบัติของตัวประมาณค่า b0 และ b1

โดยทฤษฎีของเกาส์-มาร์คอฟ (Guass-Markov theorem) จะได้ว่าตัวประมาณค่า b0 และ b1 ที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียง (unbiased) หรือ E(b0) = β0 และ E(b1) = β1 และมีความแปรปรวนน้อยที่สุดในบรรดาตัวประมาณค่าเชิงเส้นที่ไม่เอนเอียง (unbiased linear estimator) หรืออาจเรียกตัวประมาณค่าทั้งสองตัวนี้ว่า best linear unbiased estimator (BLUE) โดยที่ best หมายถึงการที่มีความแปรปรวนที่น้อยที่สุดโดยค่าความแปรปรวน ของ b0 และ b1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

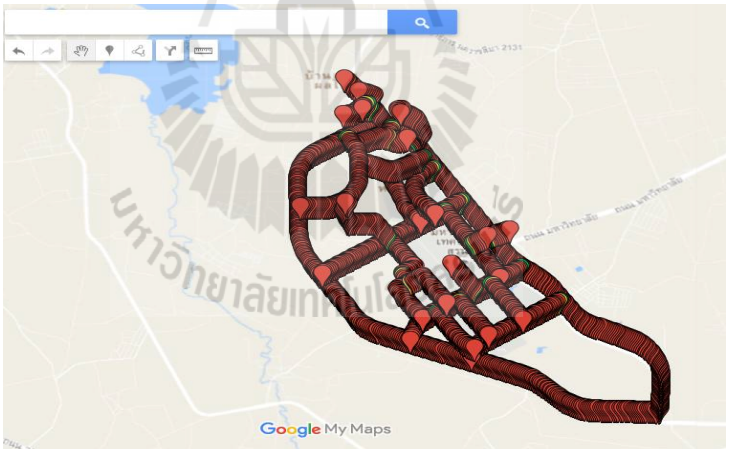
บทที่ 3
การวัดสัญญาณและความพึงพอใจ

3.1การออกแบบและวางแผนวัดสัญญาณ

3.1.1 ผู้ออกแบบได้วางแผนว่าจะวัดสัญญาณภายในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยวัดสัญญาณตามถนนของมหาวิทยาลัย ระยะทางทั้งหมด 26 กิโลเมตรดังแสดงในรูปที่ 3.1

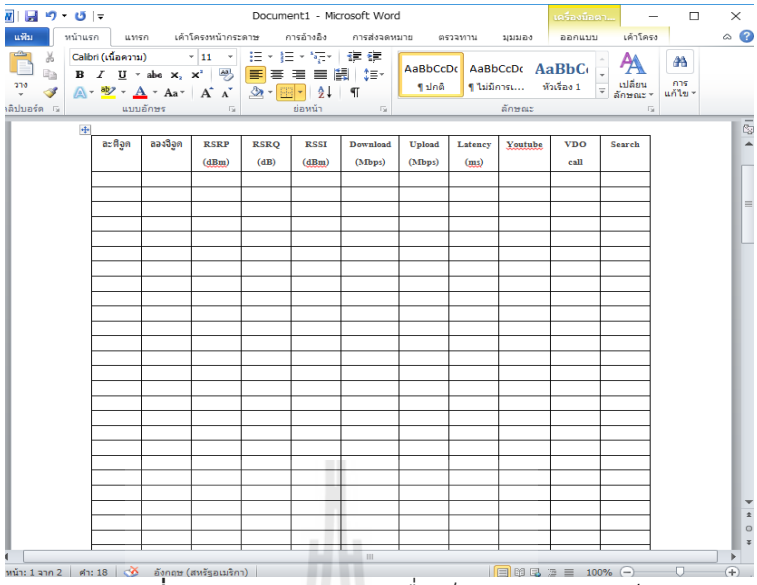
รูปที่ 3.1แผนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.1.2 ทำการปักจุดจากระยะทางทั้งหมด ความห่าง 20 เมตร จะได้จุดที่ต้องวัดสัญญาณทั้งหมด 1300 จุดดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2ออกแบบพื้นที่การวัดสัญญาณ

3.1.3 สร้างตารางเพื่อเก็บค่าพารามิเตอร์และความพึงพอใจดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3ออกแบบตารางเพื่อเก็บค่าพารามิเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>พารามิเตอร์ที่ต้องการเก็บค่ามีดังนี้</u>

1 Latitude

2.Longitude

3. RSRP

4. RSRQ

5. RSSI

6. Download

7. Upload

8. Latency

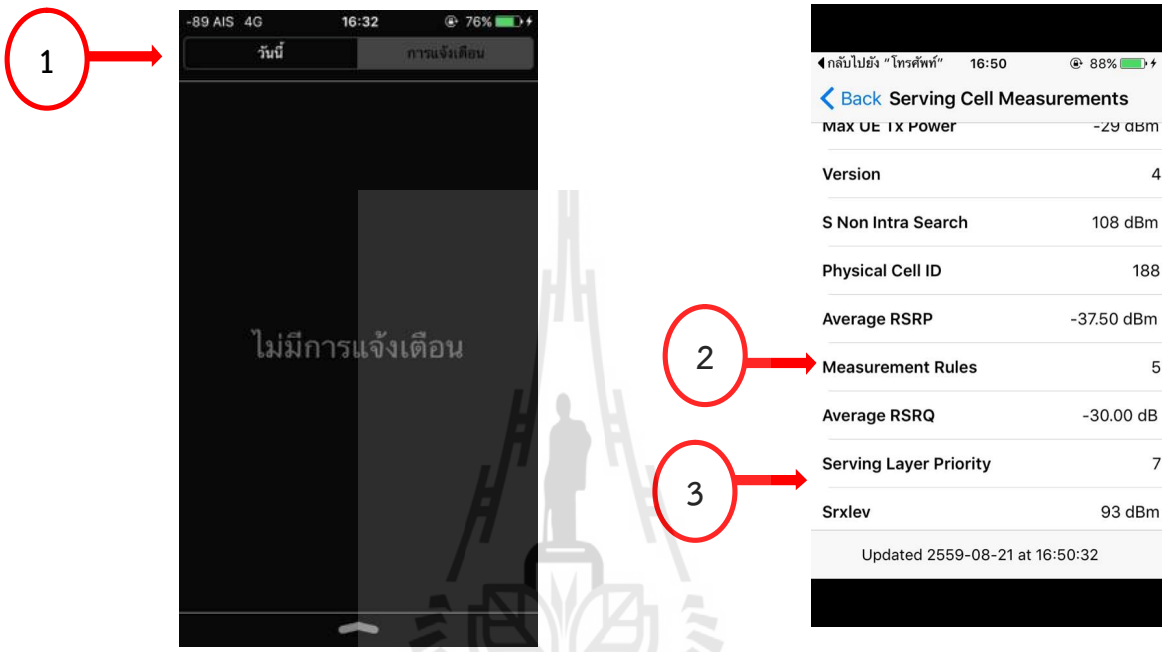
9. ค่าความพึงพอใจของการใช้บริการ Youtube

10. ค่าความพึงพอใจของการใช้บริการ VDO Call

11. ค่าความพึงพอใจของการใช้บริการ Search

3.2 การเก็บข้อมูล

3.2.1 เก็บข้อมูลจาก Field Test ของระบบ IOSดังแสดงในรูปที่ 3.4

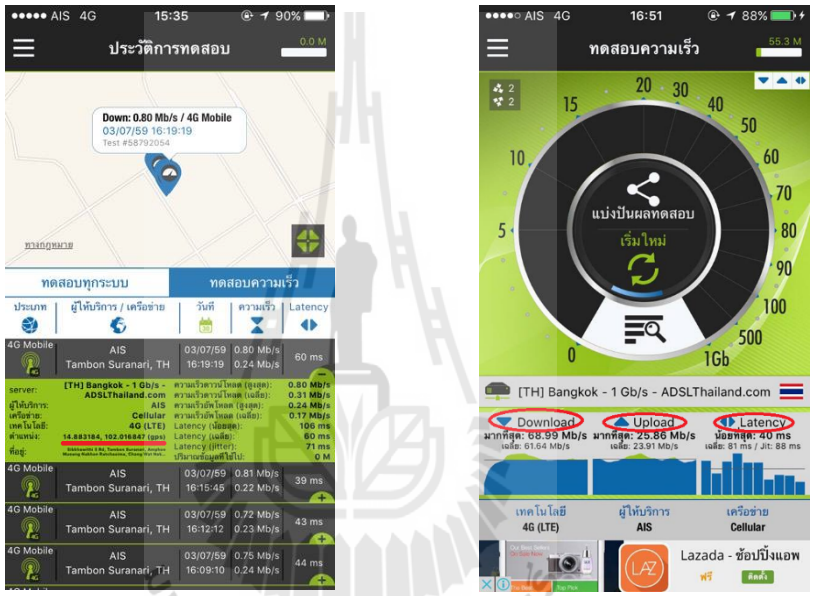


รูปที่ 3.4ค่าพารามิเตอร์ของ Field Test

พารามิเตอร์ที่ต้องการเก็บข้อมูลจาก Field Testมีดังนี้

1. RSSI
2. Average RSRP
3. Average RSRQ

3.2.2 การเก็บข้อมูลจากแอพพลิเคชั่น nPerfดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5ค่าพารามิเตอร์ของ nPerf

<u>พารามิเตอร์ที่ต้องการเก็บข้อมูลจาก แอพพลิเคชั่น nPerf</u>มีดังนี้

1. Download
2. Upload
3. Latency
4. Latitude
5. Longitude

3.2.3การเก็บข้อมูลจากค่าความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชั่นที่ให้บริการ

1.ค่าความพึงพอใจของการใช้บริการ Youtube

2.ค่าความพึงพอใจของการใช้บริการ VDO Call

3.ค่าความพึงพอใจของการใช้บริการ Search

บทที่4
การวิเคราะห์ผลการวัดสัญญาณ

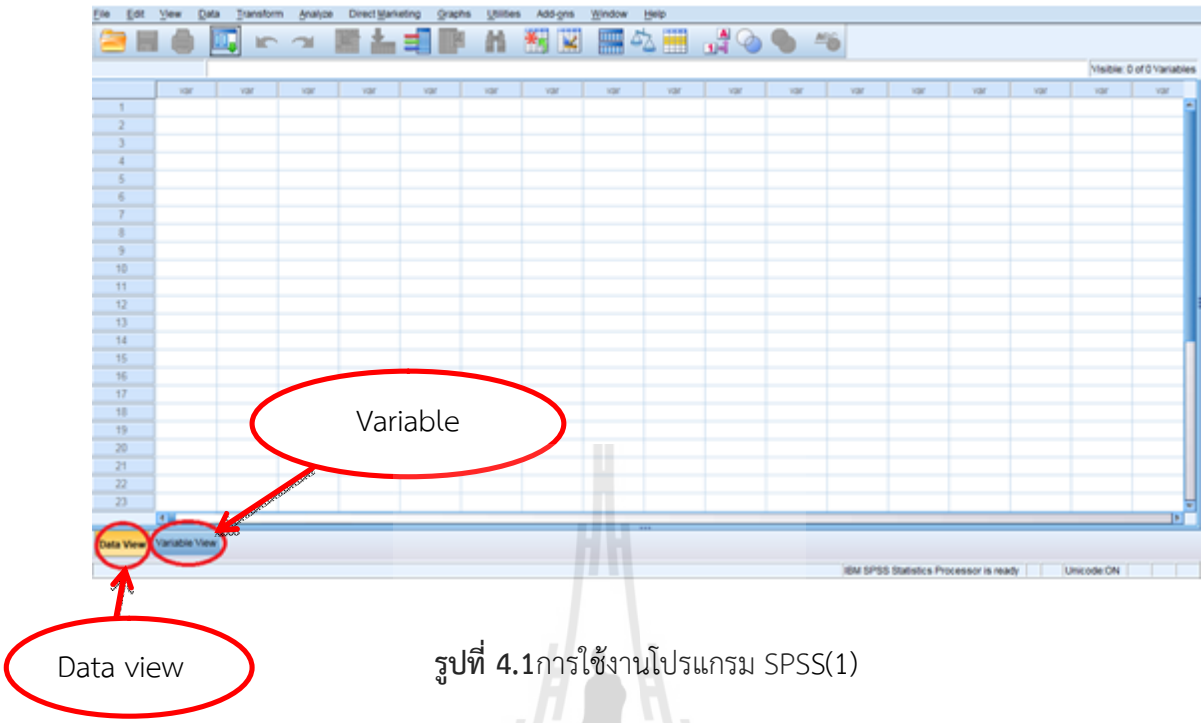
4.1การวิเคราะห์ผลจากโปรแกรม SPSS(Statistics Package for the SocialSciences)

เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทาง สถิติที่สามารถสร้างแฟ้มข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวิเคราะห์กับข้อมูลได้ หลากหลายประเภท ใช้งานได้ง่าย เนื่องจากโปรแกรม SPSS มีรูปแบบไม่ซับซ้อนง่ายต่อการใช้งานสามารถ

เทคโนโลยีสุรนารี

การสร้างแฟ้มข้อมูลด้วย SPSS

เมื่อเปิดโปรแกรม SPSS for Windows จะมี 2 หน้าต่างคือ หน้าต่าง Editor และหน้าต่าง Output โดย หน้าต่าง Output ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์การประมวลผลและหน้าต่าง Editor จะมี 2 tab อยู่ทางด้านล่าง ซ้ายมือ คือ Variable View และ Data View ดังแสดงในรูปที่ 4.1

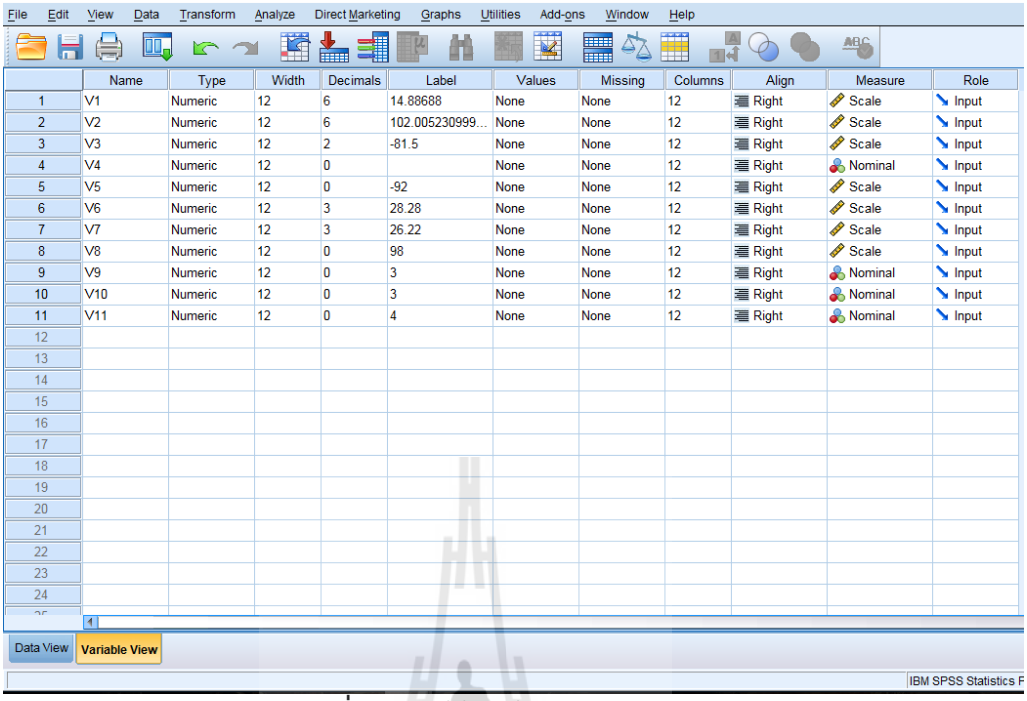


รูปที่ 4.1การใช้งานโปรแกรม SPSS(1)

- Data view ใช้สำหรับ คีย์ข้อมูล แก้ไขข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
- Variable view ใช้สำหรับสร้างตัวแปร ต่างๆ

การกำหนดตัวแปร ใช้หน้าจอ Variable Viewดังแสดงในรูปที่ 4.2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	V1	Numeric	12	6	14.88688	None	None	12	Right	Scale	Input
2	V2	Numeric	12	6	102.005230999...	None	None	12	Right	Scale	Input
3	V3	Numeric	12	2	-81.5	None	None	12	Right	Scale	Input
4	V4	Numeric	12	0		None	None	12	Right	Nominal	Input
5	V5	Numeric	12	0	-92	None	None	12	Right	Scale	Input
6	V6	Numeric	12	3	28.28	None	None	12	Right	Scale	Input
7	V7	Numeric	12	3	26.22	None	None	12	Right	Scale	Input
8	V8	Numeric	12	0	98	None	None	12	Right	Scale	Input
9	V9	Numeric	12	0	3	None	None	12	Right	Nominal	Input
10	V10	Numeric	12	0	3	None	None	12	Right	Nominal	Input
11	V11	Numeric	12	0	4	None	None	12	Right	Nominal	Input

รูปที่ 4.2การใช้งานโปรแกรม SPSS(2)

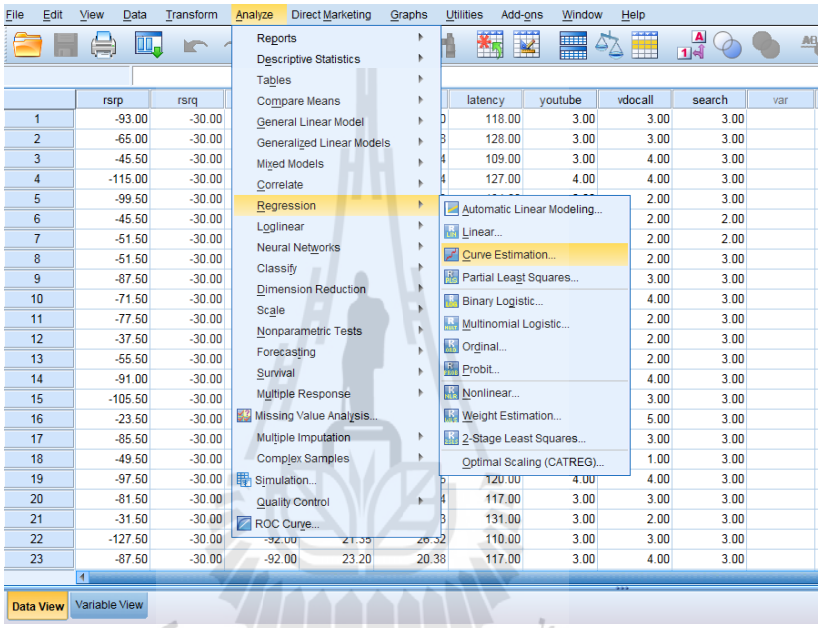
การตั้งชื่อตัวแปร

1. Name ใช้กำหนดชื่อตัวแปร
2. Typeใช้กำหนดชนิดของตัวแปร
3. Width ใช้กำหนดความกว้างของค่าตัวแปร
4. Decimals ใช้กำหนดความกว้างของคอลัมน์สำหรับแสดงชื่อตัวแปร
5. Label ใช้อธิบายความหมายของค่าตัวแปร
6. Values ใช้กำหนดค่าของตัวแปรเชิงคุณภาพ
7. Missing ใช้กำหนดค่าสูญหาย
8. Columns ใช้กำหนดความกว้างของคอลัมน์เฉพาะในหน้าจอ Data view
9. Align ใช้กำหนดตำแหน่งการแสดงค่าข้อมูลในคอลัมน์หน้าจอ
10. Measure ใช้กำหนดมาตรวัดข้อมูล
11. Role เป็นการแสดงบทบาทของตัวแปร

<u>การป้อนข้อมูล</u>

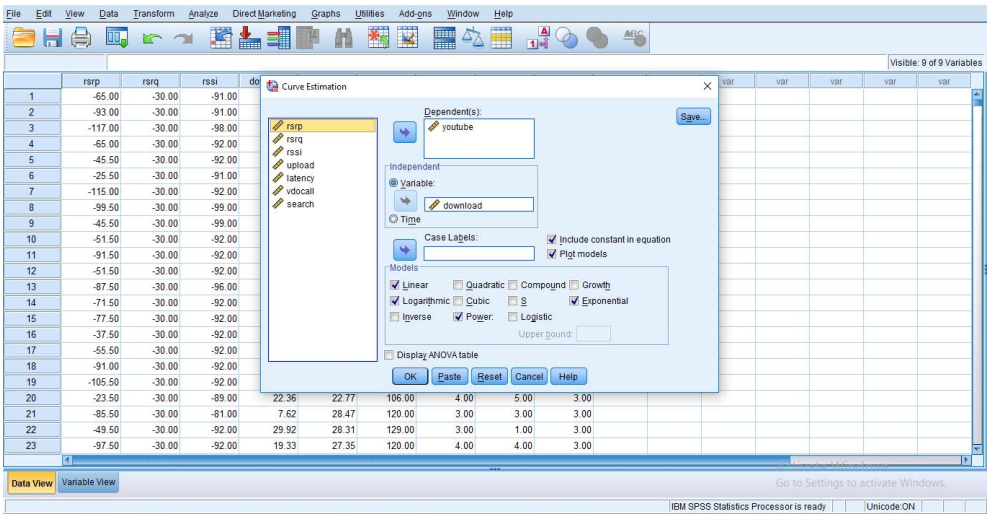
เมื่อสร้างตัวแปรทุกตัวใน Variable View แล้วสามารถป้อนข้อมูลจากแบบสอบถามหรือจากข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.3,4.4และ4.5 ตามลำดับ ที่มีทำได้โดยการเลือกที่ Data View tab จะพบว่าชื่อตัวแปรจะอยู่ในแต่ละคอลัมน์ ในแต่ละแถวคือ ชุด ข้อมูล 1 ชุดหรือแบบสอบถาม 1 ชุด

จากนั้นทำการเลือกแถบเมนู Analyze ->Regression->curve Estimation



รูปที่ 4.3การใช้งานโปรแกรม SPSS(3)

เลือกค่าตัวแปรต้นและตัวแปรตาม



รูปที่ 4.4การใช้งานโปรแกรม SPSS(4)

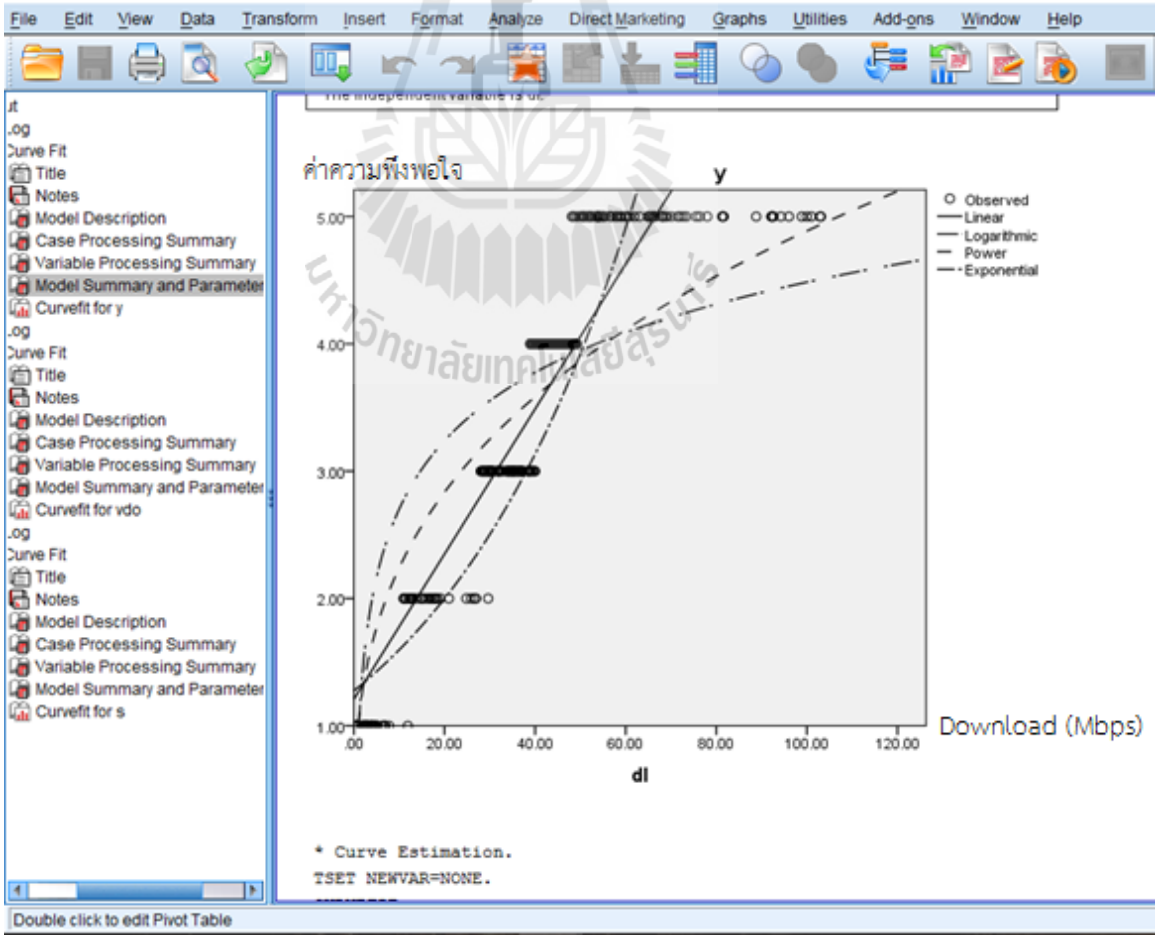
จะได้ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ ดังนี้

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: y

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.871	2548.522	1	378	.000	1.209	.057
Logarithmic	.730	1021.752	1	378	.000	.922	.774
Power	.838	1961.348	1	378	.000	1.028	.338
Exponential	.814	1649.827	1	378	.000	1.275	.022

The independent variable is dl.



รูปที่ 4.5การใช้งานโปรแกรม SPSS(5)

4.2ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และค่าความพึงพอใจ

4.2.1ความสัมพันธ์ระหว่าง Youtube กับ Download

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Download และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการดูวีดีโอในแอพพลิเคชั่น Youtube มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y = 0.02459379396822661 * x + 2.700888399883404 \quad (8)$$

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.6 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.313 ซึ่งหมายถึง ข้อมูลมีความเชื่อถือที่ประมาณ 30%

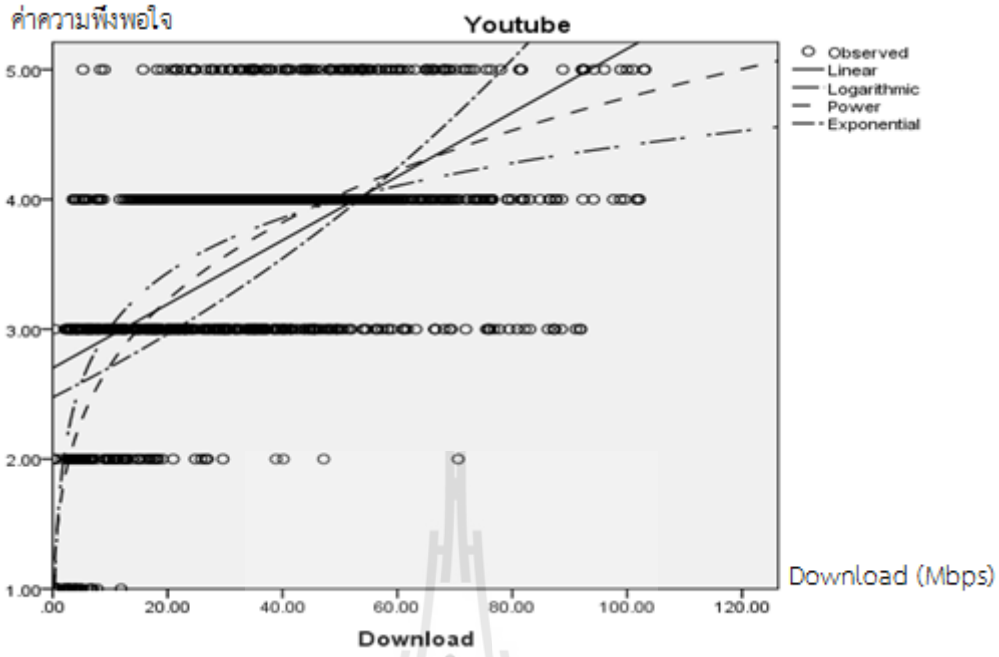
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Youtube

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.313	615.043	1	1348	.000	2.701	.025
Logarithmic	.496	1324.620	1	1348	.000	1.607	.610
Power	.566	1755.725	1	1348	.000	1.548	.245
Exponential	.295	565.390	1	1348	.000	2.475	.009

The independent variable is Download.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.6กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Youtube กับ Download(1)

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ Download

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Download และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการใช้งาน VDO Call มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y = 0.01827126126926591 * x + 2.884628160546463 \quad (9)$$

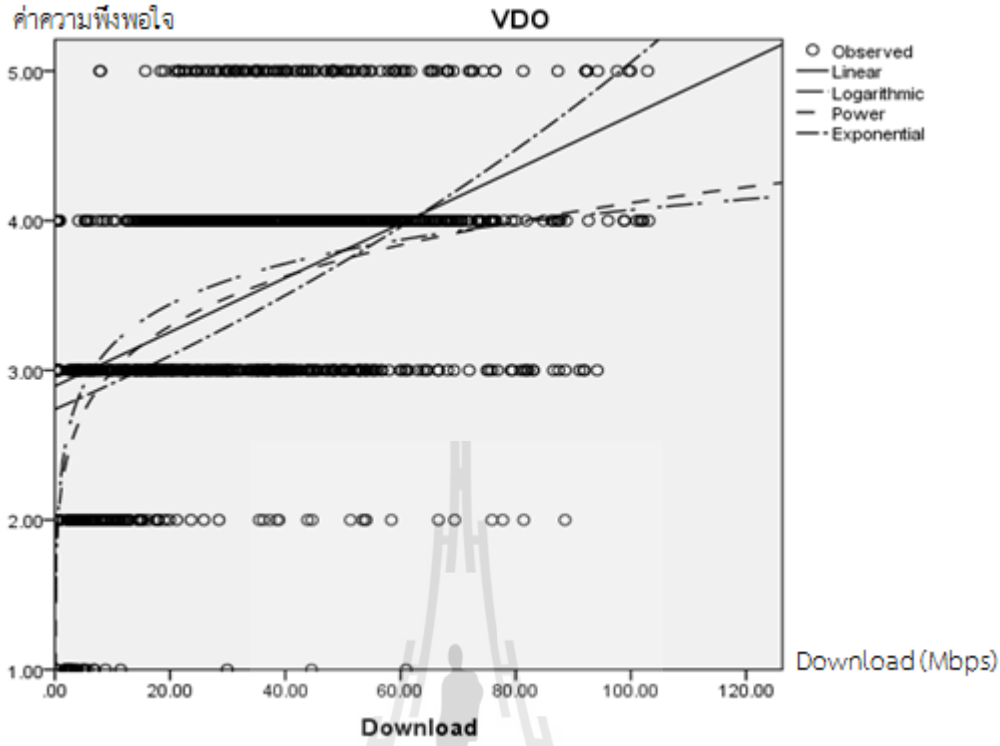
แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.7 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.203 ซึ่งหมายถึงข้อมูลมีความเชื่อถือ 20% เท่านั้น

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: VDO

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.203	343.783	1	1348	.000	2.894	.018
Logarithmic	.245	437.950	1	1348	.000	2.268	.392
Power	.256	463.535	1	1348	.000	2.176	.139
Exponential	.195	326.465	1	1348	.000	2.739	.006

The independent variable is Download.



รูปที่ 4.7กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ Download(1)

4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Download

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Download และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการสืบค้นข้อมูลบน Web มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y = 0.02455972298708095 * x + 2.731137344759056 \quad (10)$$

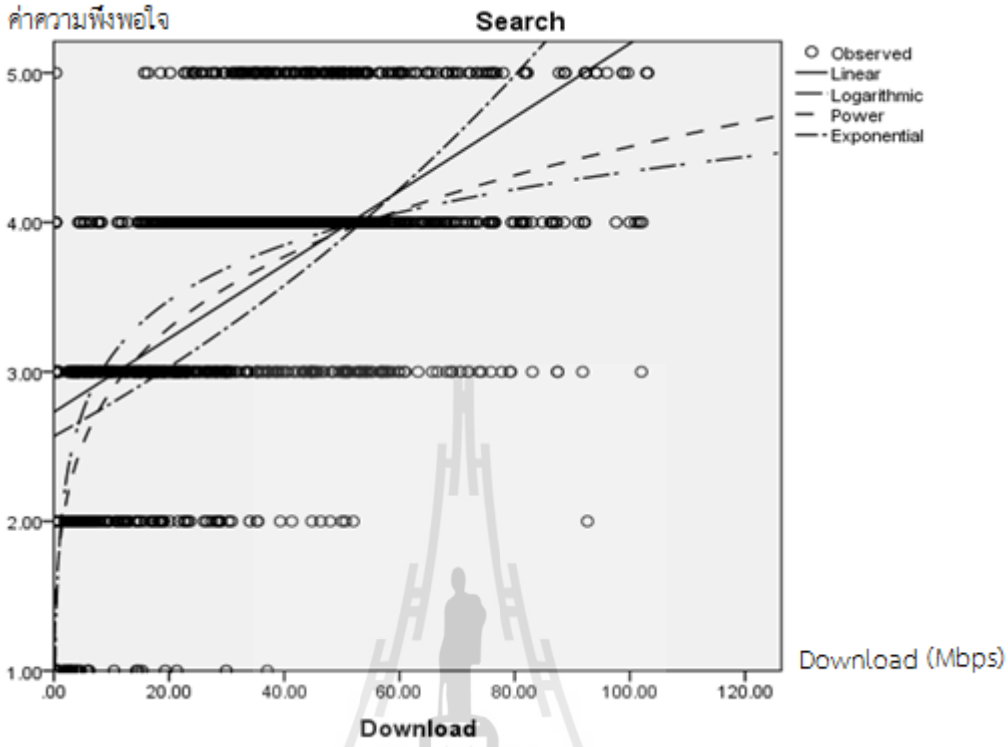
แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linear จากรูปที่ 4.8 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.313 ซึ่งหมายถึงข้อมูลมีความเชื่อถือประมาณ 31%

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Search

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.313	614.891	1	1348	.000	2.731	.025
Logarithmic	.381	831.182	1	1348	.000	1.869	.537
Power	.409	931.316	1	1348	.000	1.838	.195
Exponential	.287	543.756	1	1348	.000	2.569	.008

The independent variable is Download.



รูปที่ 4.8กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Download(1)

4.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Youtube กับ Upload

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Upload และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการดูวีดีโอในแอพพลิเคชั่น Youtube มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y = 0.03855109664586669 * x + 2.77727487465922 \quad (11)$$

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.9 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.145 ซึ่งหมายถึงข้อมูลมีความเชื่อถือประมาณ 14%

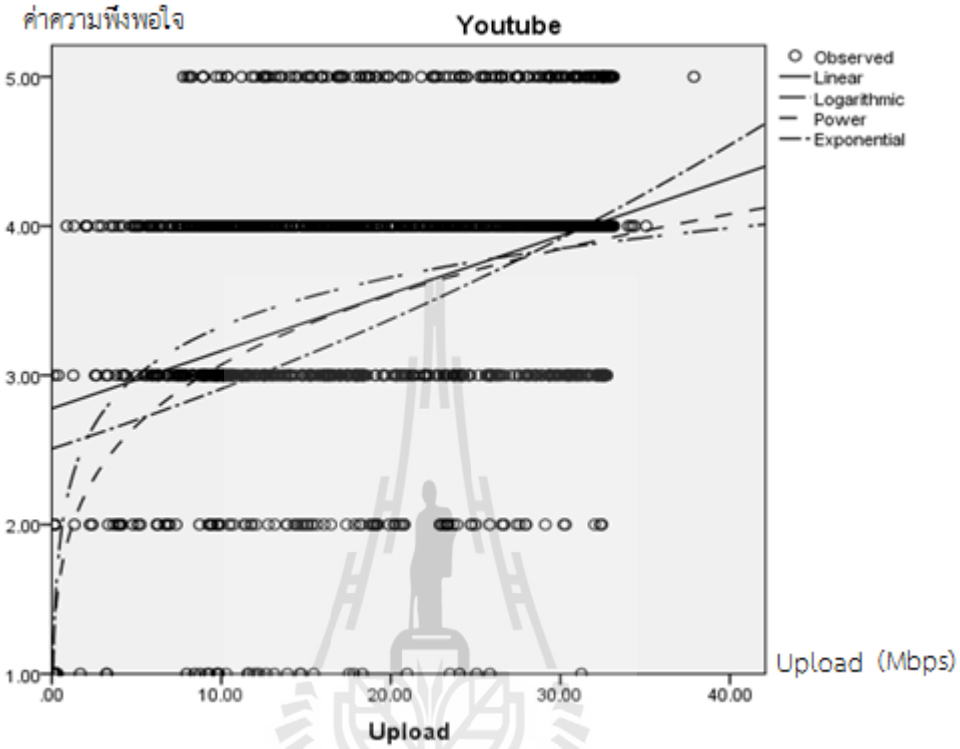
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Youtube

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.145	228.390	1	1348	.000	2.777	.039
Logarithmic	.237	418.428	1	1348	.000	2.228	.477
Power	.309	603.699	1	1348	.000	1.916	.205

Exponential	.152	241.746	1	1348	.000	2.508	.015

The independent variable is Upload.



รูปที่ 4.9กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Youtube กับ Upload

4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ Upload

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Upload และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการใช้งาน VDO Call มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y=0.01838323939996608 * x + 3.149583793595898 \quad (12)$$

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.10 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.038 ซึ่งประมาณได้ว่าVDO Call กับ Uploadไม่มีความสัมพันธ์กัน

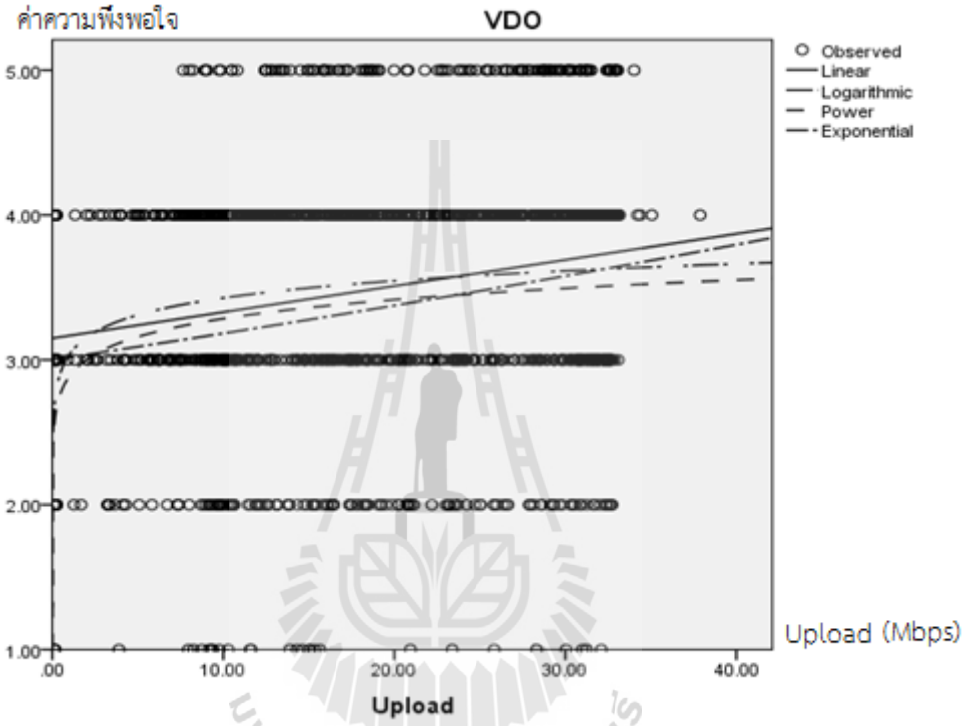
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: VDO

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1

Linear	.038	53.276	1	1348	.000	3.149	.018
Logarithmic	.036	50.434	1	1348	.000	3.037	.170
Power	.033	45.983	1	1348	.000	2.886	.056
Exponential	.034	46.851	1	1348	.000	3.002	.006

The independent variable is Upload.



รูปที่ 4.10กราฟความสัมพันธ์ระหว่างVDO call กับ Upload

4.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Upload

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Upload และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการสืบค้นข้อมูลบน Web มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y=0.02711772486262995 * x + 3.029320296974603 \quad (13)$$

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.11 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.072 ซึ่งประมาณได้ว่าSearch กับ Uploadไม่มีความสัมพันธ์กัน

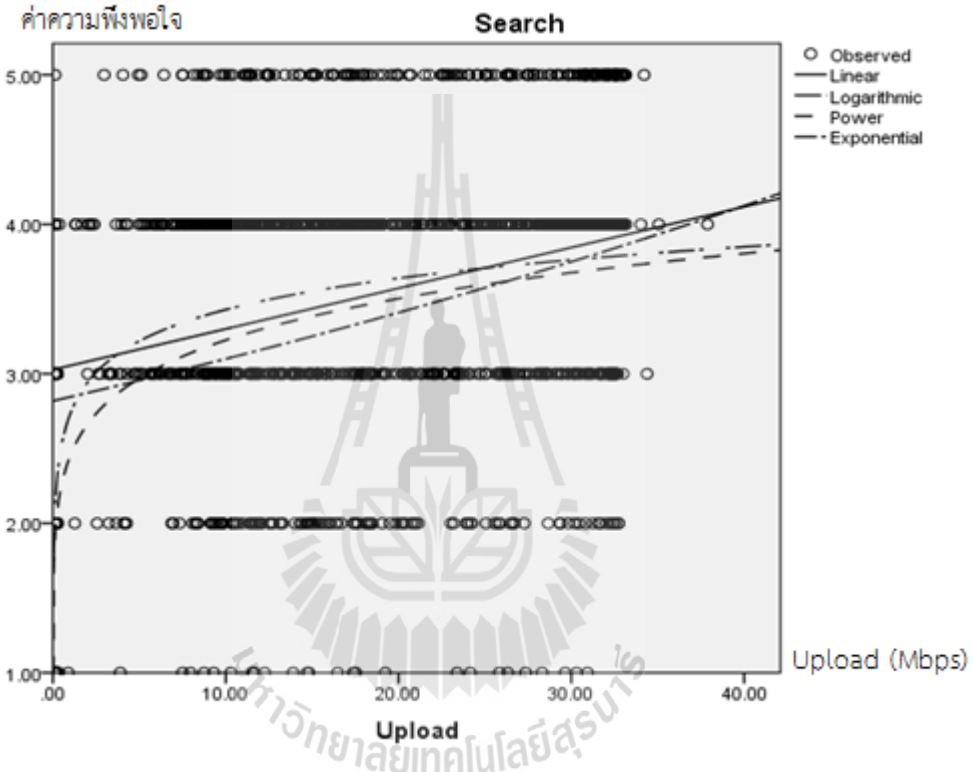
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Search

Equation	Model Summary	Parameter Estimates

	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.072	104.505	1	1348	.000	3.028	.027
Logarithmic	.095	141.933	1	1348	.000	2.731	.303
Power	.120	183.594	1	1348	.000	2.451	.119
Exponential	.071	103.725	1	1348	.000	2.818	.010

The independent variable is Upload.



รูปที่ 4.11กราฟความสัมพันธ์ระหว่างSearchกับ Upload

4.2.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Youtube กับ Latency

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Latency และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการดูวีดีโอในแอพพลิเคชั่น Youtube มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y = -0.001586758097500816 * x + 3.711769292291459 \quad (14)$$

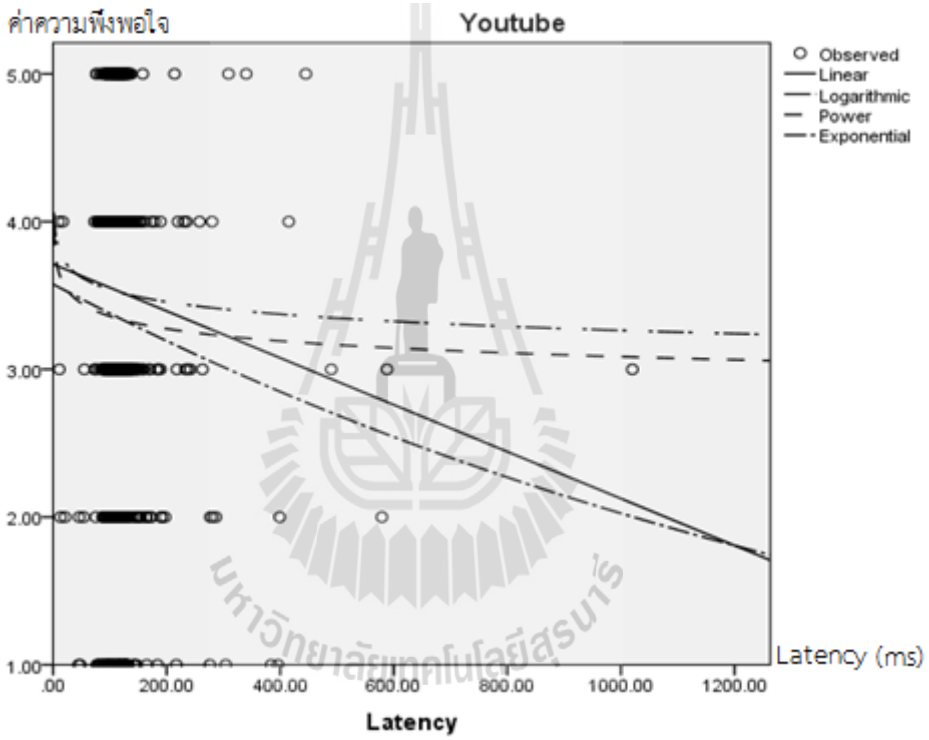
แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.12 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.005 ซึ่งประมาณได้ว่าYoutube กับ Latencyไม่มีความสัมพันธ์กัน

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Youtube

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.005	7.102	1	1348	.008	3.712	-.002
Logarithmic	.001	1.255	1	1348	.263	4.092	-.120
Power	.001	.842	1	1348	.359	3.983	-.037
Exponential	.005	6.447	1	1348	.011	3.577	-.001

The independent variable is Latency.



รูปที่ 4.12กราฟความสัมพันธ์ระหว่างYoutubeกับ Latency

4.2.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ Latency

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Latencyและมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการใช้งาน VDO Call มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y = -0.00282370059526245 * x + 3.718121538144444 \quad (15)$$

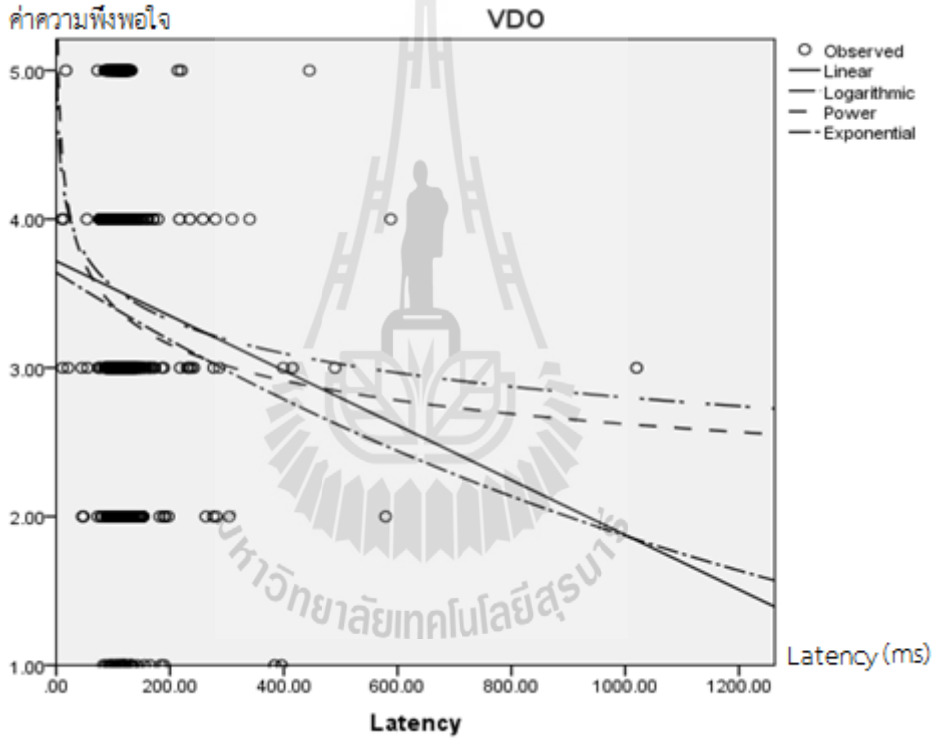
แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.13 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.008 ซึ่งประมาณได้ว่าVDO Call กับ Latencyไม่มีความสัมพันธ์กัน

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: VDO

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.008	11.513	1	1348	.001	3.718	-.002
Logarithmic	.008	10.992	1	1348	.001	5.031	-.323
Power	.009	11.672	1	1348	.001	5.809	-.115
Exponential	.009	12.589	1	1348	.000	3.641	-.001

The independent variable is Latency.



รูปที่ 4.13กราฟความสัมพันธ์ระหว่างVDO Callกับ Latency

4.2.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Latency

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Latency และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการสืบค้นข้อมูลบน Web มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y=-0.001452684736593066 * x + 3.736864595590134 \quad (16)$$

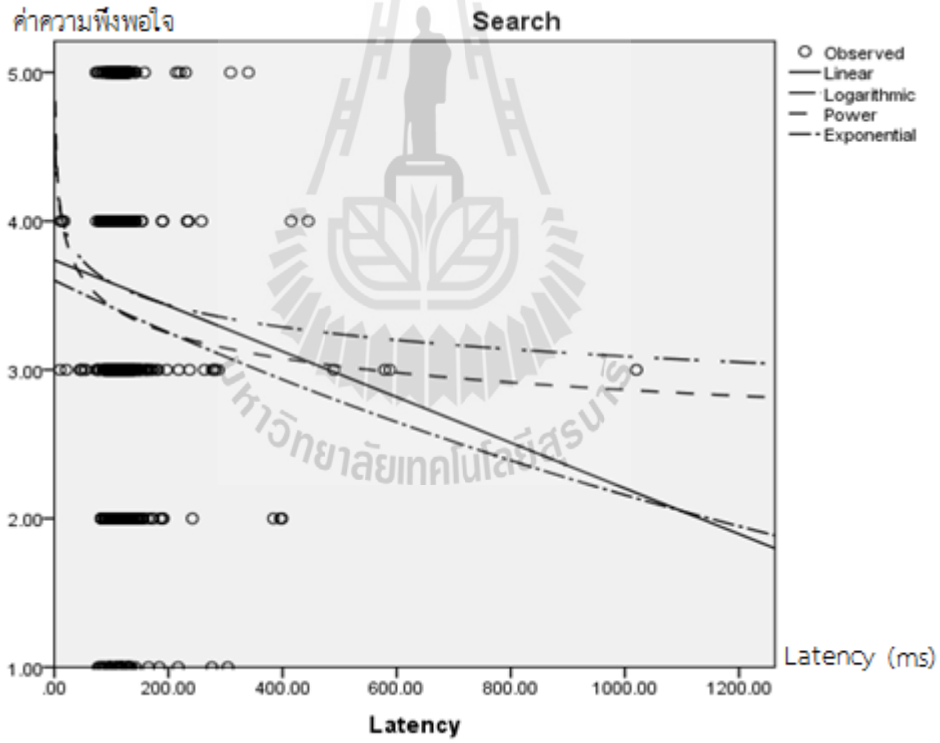
แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.14 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.005 ซึ่งประมาณได้ว่าSearch กับ Latencyไม่มีความสัมพันธ์กัน

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Search

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.005	6.607	1	1348	.010	3.737	-.002
Logarithmic	.003	4.015	1	1348	.045	4.575	-.215
Power	.003	4.262	1	1348	.039	4.897	-.078
Exponential	.004	5.978	1	1348	.015	3.601	-.001

The independent variable is Latency.



รูปที่ 4.14กราฟความสัมพันธ์ระหว่างSearchกับ Latency

4.2.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง Youtube กับ RSRP

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า RSRP และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการดูวีดีโอในแอพพลิเคชั่น Youtube มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

y= 0.0006644461892463022 * x + 3.57153392389331 (17)

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.15 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.001 หรือประมาณค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าYoutube กับ RSRPไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

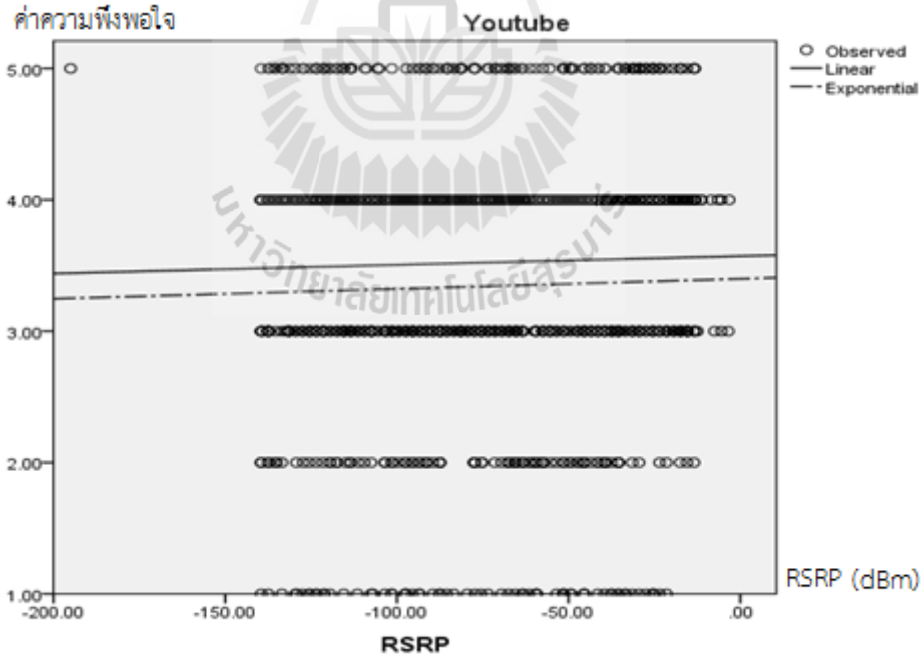
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Youtube

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.001	.842	1	1348	.359	3.572	.001
Logarithmic[a]	.	.	.	.	.	.	.
Power[a]	.	.	.	.	.	.	.
Exponential	.001	.704	1	1348	.401	3.399	.000

The independent variable is RSRP.

a. The independent variable (RSRP) contains non-positive values. The minimum value is -195.00. The Logarithmic and Power models cannot be calculated.



รูปที่ 4.15กราฟความสัมพันธ์ระหว่างYoutubeกับ RSRP

4.2.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ RSRP

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า RSRPและมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการใช้งาน VDO Call มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y=-0.0006991568019588931 * x + 3.44292707402031 \quad (18)$$

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.16 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.001 หรือประมาณค่าเท่ากับ 0แสดงว่าVDO Call กับ RSRPไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

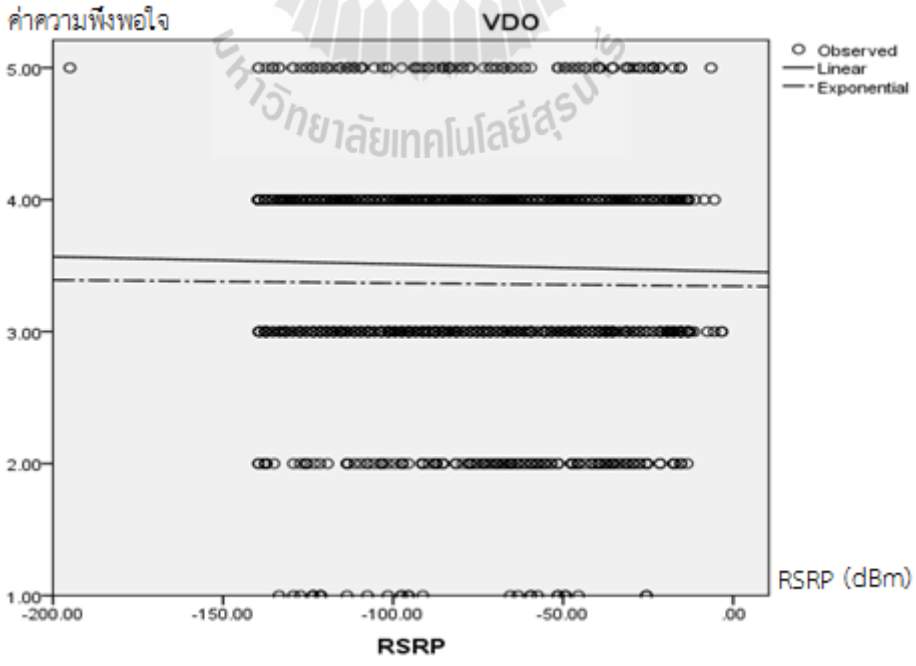
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: VDO

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.001	.719	1	1348	.397	3.456	-.001
Logarithmic[a]	.	.	.	.	.	.	.
Power[a]	.	.	.	.	.	.	.
Exponential	.000	.095	1	1348	.758	3.344	-7.059E-5

The independent variable is RSRP.

a. The independent variable (RSRP) contains non-positive values. The minimum value is -195.00. The Logarithmic and Power models cannot be calculated.



รูปที่ 4.16กราฟความสัมพันธ์ระหว่างVDO Callกับ RSRP

4.2.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ RSRP

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า RSRP และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการสืบค้นข้อมูลบน Web มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y=-0.0002058283284711367 * x + 3.538057837298748 \quad (19)$$

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.17 แล้ว จะเห็นมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า Search กับ RSRP ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

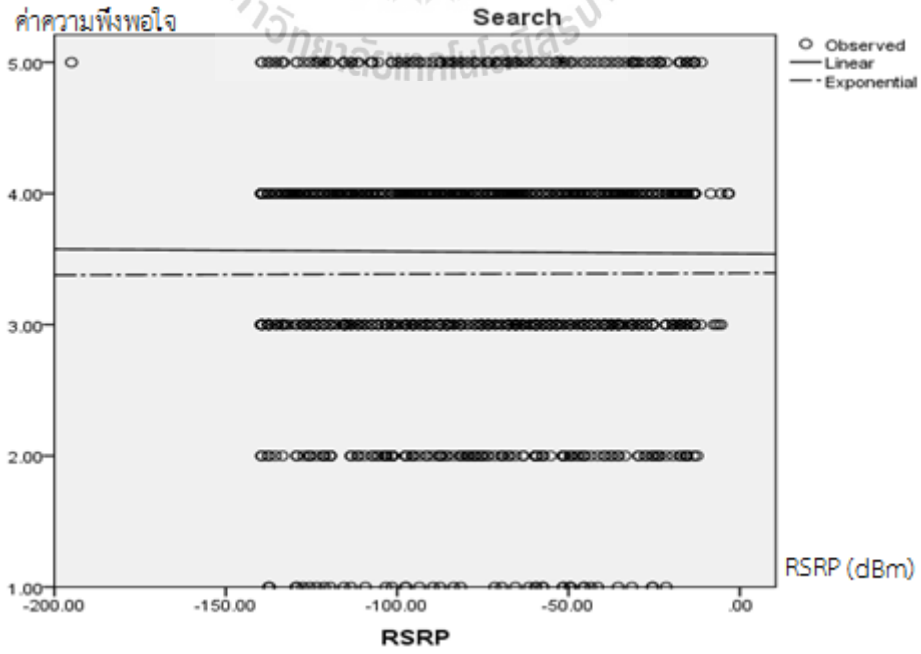
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Search

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.000	.059	1	1348	.808	3.541	.000
Logarithmic[a]	.	.	.	.	.	.	.
Power[a]	.	.	.	.	.	.	.
Exponential	.000	.008	1	1348	.930	3.393	2.231E-5

The independent variable is RSRP.

a. The independent variable (RSRP) contains non-positive values. The minimum value is -195.00. The Logarithmic and Power models cannot be calculated.



รูปที่ 4.17กราฟความสัมพันธ์ระหว่างSearchกับ RSRP

4.2.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Youtube กับ RSSI

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า RSSI และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการดูวีดีโอในแอพพลิเคชั่น Youtube มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y=0.01451187108233295 * x + 4.845737113533392 \quad (20)$$

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.18 แล้ว แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.017 หรือประมาณค่าเท่ากับ 0แสดงว่าYoutube กับ RSSIไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

Model Summary and Parameter Estimates

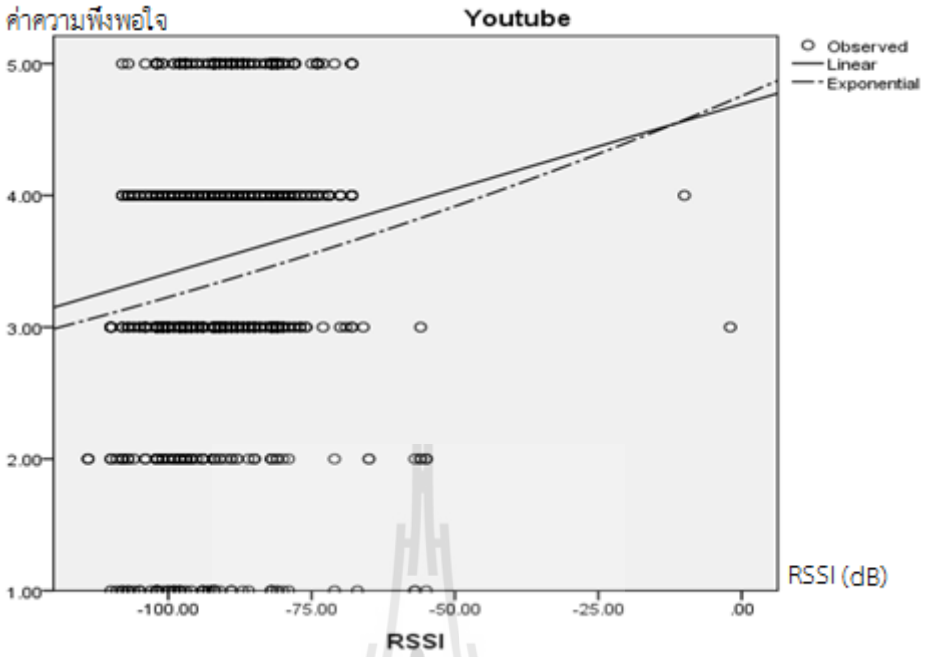
Dependent Variable: Youtube

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.017	23.141	1	1348	.000	4.846	.013
Logarithmic[a]	.	.	.	.	.	.	.
Power[a]	.	.	.	.	.	.	.
Exponential	.011	14.733	1	1348	.000	4.755	.004

The independent variable is RSSI.

a. The independent variable (RSSI) contains non-positive values. The minimum value is -114.00. The Logarithmic and Power models cannot be calculated.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.18กราฟความสัมพันธ์ระหว่างYoutubeกับ RSSI

4.2.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ RSSI

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า RSRPและมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการใช้งาน VDO Call มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y=0.0004010008655870869 * x + 3.531386984869392 \quad (21)$$

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.19 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า VDO Call กับ RSSIไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

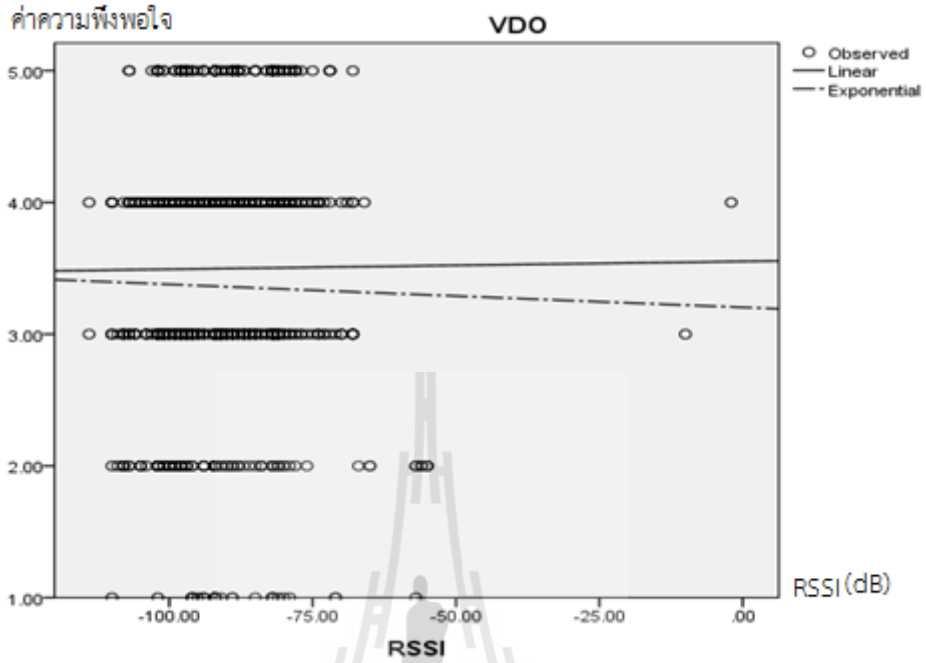
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: VDO

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.000	.058	1	1348	.809	3.552	.001
Logarithmic[a]	.	.	.	.	.	.	.
Power[a]	.	.	.	.	.	.	.
Exponential	.000	.387	1	1348	.534	3.203	-.001

The independent variable is RSSI.

a. The independent variable (RSSI) contains non-positive values. The minimum value is -114.00. The Logarithmic and Power models cannot be calculated.



รูปที่ 4.19กราฟความสัมพันธ์ระหว่างVDO Callกับ RSSI

4.2.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ RSSI

เมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า RSSI และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการสืบค้นข้อมูลบน Web มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y=0.007587490599318613 * x + 4.055329337081412 \quad (22)$$

แต่ถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearจากรูปที่ 4.20 แล้ว จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.003 หรือประมาณค่าเท่ากับ 0แสดงว่าSearch กับ RSSI ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

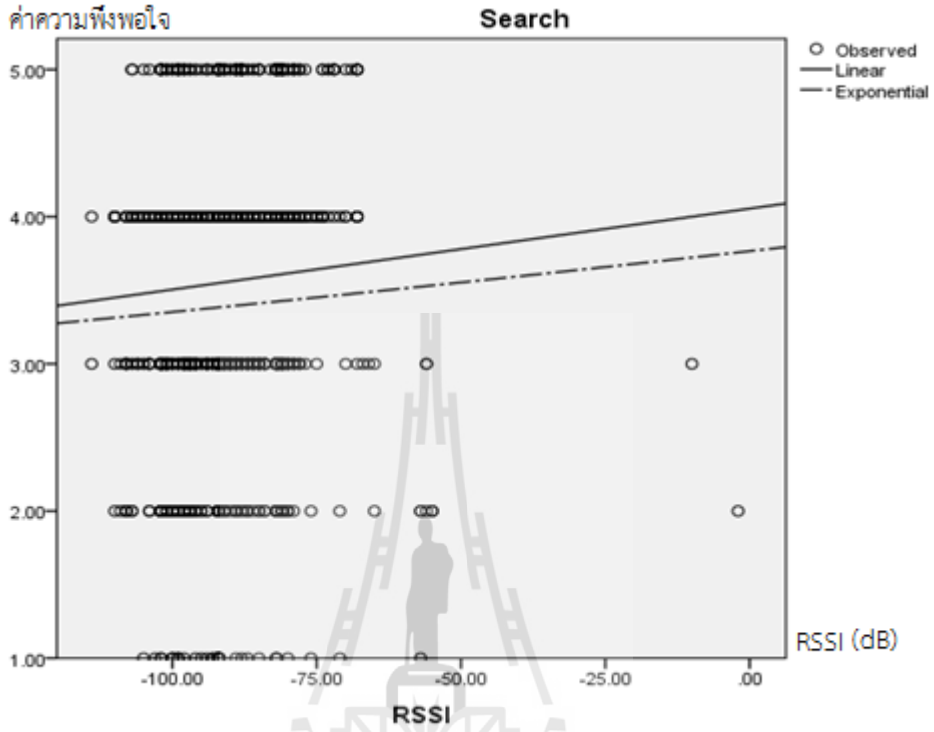
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: Search

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.003	4.150	1	1348	.042	4.055	.006
Logarithmic[a]	.	.	.	.	.	.	.
Power[a]	.	.	.	.	.	.	.
Exponential	.001	1.506	1	1348	.220	3.766	.001

The independent variable is RSSI.

a. The independent variable (RSSI) contains non-positive values. The minimum value is -114.00. The Logarithmic and Power models cannot be calculated.



รูปที่ 4.20กราฟความสัมพันธ์ระหว่างSearchกับ RSSI

4.2.16 ความสัมพันธ์ระหว่าง RSRQ กับค่าความพึงพอใจในการใช้บริการแอพพลิเคชั่น

จะไม่มีกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจในการใช้แอพพลิเคชั่น เนื่องจากค่า RSRQมีค่าคงที่ตลอดการทดลองคือ มีค่าอยู่ที่ -30 dB

จึงสรุปได้ว่าในการทดลองนี้ค่าความพึงพอใจในการใช้งานแอพพลิเคชั่นจึงไม่ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ RSRQ

4.3 การปรับข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นมีจำนวนมากเกินไปและมีการกระจายตัวกัน เราจึงทำการตัดข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยแบ่งช่วงความพึงพอใจกับค่า Download(Mbps) ดังนี้

ค่า Download(Mbps) อยู่ในช่วง 0-10 ค่าระดับความพึงพอใจ คือ 1

ค่า Download(Mbps) อยู่ในช่วง 10-25 ค่าระดับความพึงพอใจ คือ 2

ค่า Download(Mbps) อยู่ในช่วง 25-40 ค่าระดับความพึงพอใจ คือ 3

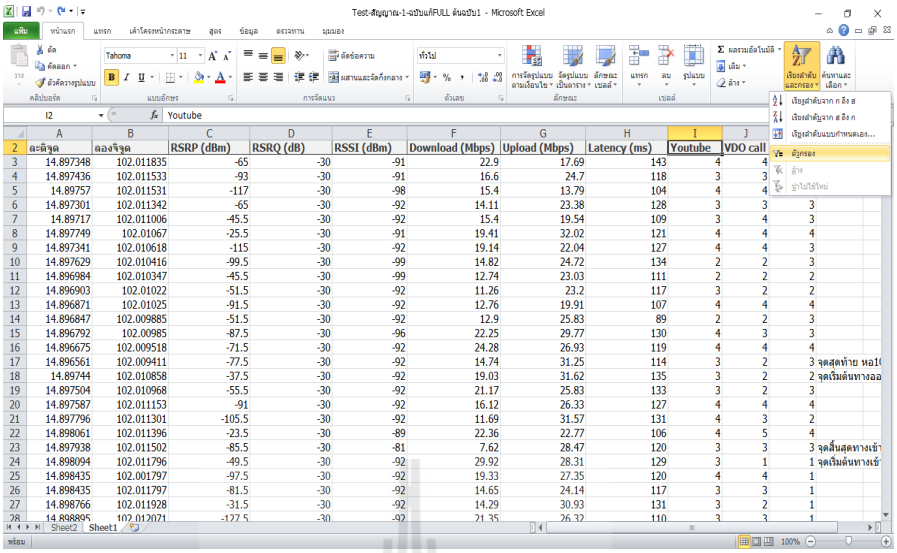
ค่า Download(Mbps) อยู่ในช่วง 40-50 ค่าระดับความพึงพอใจ คือ 4

ค่า Download(Mbps) อยู่ในช่วง 50 ขึ้นไปค่าระดับความพึงพอใจ คือ 5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

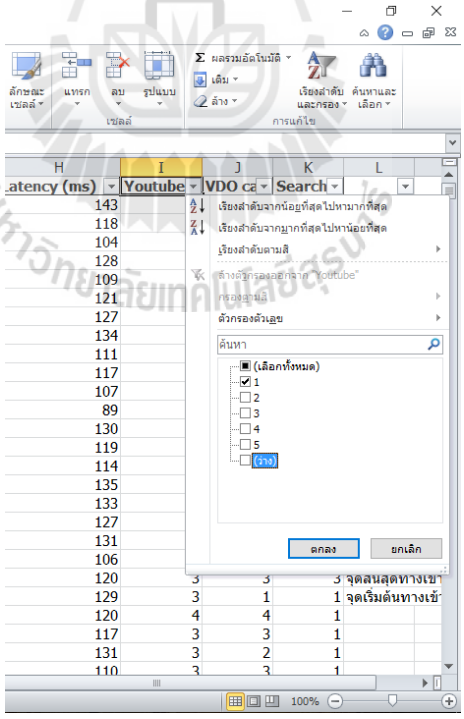
<u>ขั้นตอนการปรับข้อมูล</u>

1.เลือกแถบเมนู เรียงลำดับและกรอง -> ตัวกรองดังแสดงในรูปที่ 4.21



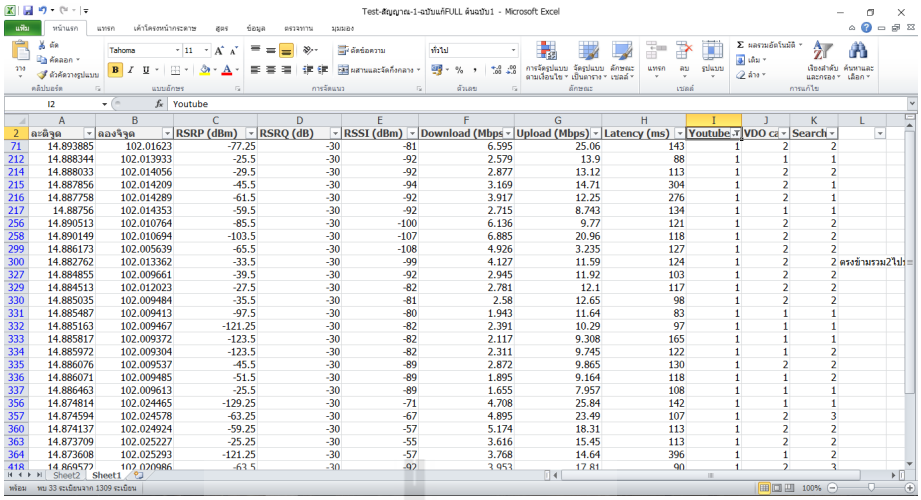
รูปที่ 4.21การใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel(1)

2. เลือกคอลลัมน์ค่าความพึงพอใจของแอพพลิเคชั่นการให้บริการ -> เลือกค่าความพึงพอใจที่ต้องการตัดดังแสดงในรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22การใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel(2)

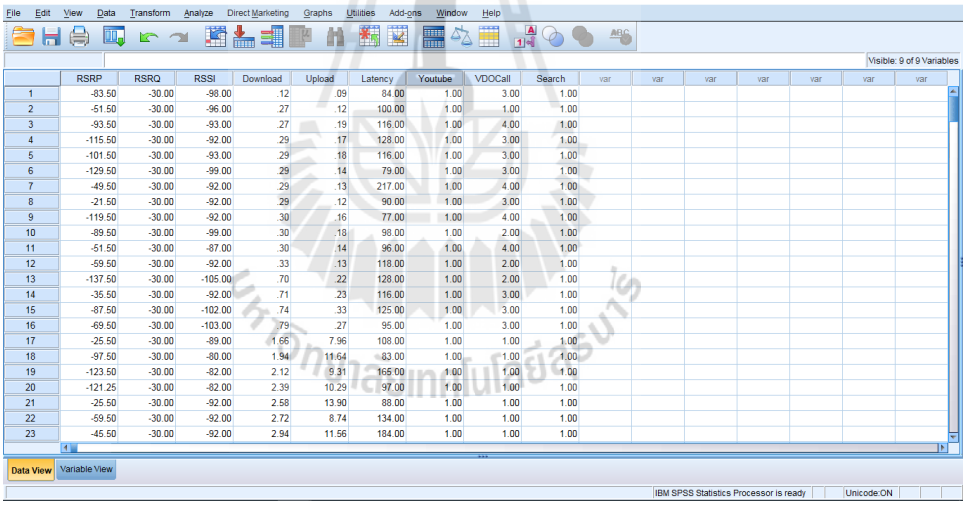
3. ทำการตัดข้อมูลที่ต้องการดังแสดงในรูปที่ 4.23



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	ละติจูด	ลองจิจูด	RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	RSSI (dBm)	Download (Mbps	Upload (Mbps)	Latency (ms)	Youtube	VDO ca	Search	
71	14.893885	102.01623	-77.25	-30	-81	6.595	25.06	143	1	2	2	
212	14.888344	102.013933	-25.5	-30	-92	2.579	13.9	88	1	1	1	
214	14.888033	102.014056	-29.5	-30	-92	2.877	13.12	113	1	2	2	
215	14.887856	102.014209	-45.5	-30	-94	3.169	14.71	304	1	2	1	
216	14.887758	102.014289	-61.5	-30	-92	3.917	12.25	276	1	2	1	
217	14.88756	102.014353	-59.5	-30	-92	2.715	8.743	134	1	1	1	
256	14.890513	102.010764	-85.5	-30	-100	6.136	9.77	121	1	2	2	
258	14.890149	102.010694	-103.5	-30	-107	6.885	20.96	118	1	2	2	
299	14.886173	102.005639	-65.5	-30	-108	4.926	3.235	127	1	2	2	
300	14.882762	102.013362	-33.5	-30	-99	4.127	11.59	124	1	2	2	ครงข้ามรวม2ไปเ
327	14.884855	102.009661	-39.5	-30	-92	2.945	11.92	103	1	2	2	
329	14.884513	102.012023	-27.5	-30	-82	2.781	12.1	117	1	2	2	
330	14.885035	102.009484	-35.5	-30	-81	2.58	12.65	98	1	2	2	
331	14.885487	102.009413	-97.5	-30	-80	1.943	11.64	83	1	1	1	
332	14.885163	102.009467	-121.25	-30	-82	2.391	10.29	97	1	1	1	
333	14.885817	102.009372	-123.5	-30	-82	2.117	9.308	165	1	1	1	
334	14.885972	102.009304	-123.5	-30	-82	2.311	9.745	122	1	1	2	
335	14.886076	102.009537	-45.5	-30	-89	2.872	9.865	130	1	2	2	
336	14.886071	102.009485	-51.5	-30	-89	1.895	9.164	118	1	1	2	
337	14.886463	102.009613	-25.5	-30	-89	1.655	7.957	108	1	1	1	
356	14.874814	102.024465	-129.25	-30	-71	4.708	25.84	142	1	1	1	
357	14.874594	102.024578	-63.25	-30	-67	4.895	23.49	107	1	2	3	
360	14.874137	102.024924	-59.25	-30	-57	5.174	18.31	113	1	2	2	
363	14.873709	102.025227	-25.25	-30	-55	3.616	15.45	113	1	2	2	
364	14.873608	102.025293	-121.25	-30	-57	3.768	14.64	396	1	1	2	
418	14.869572	102.020986	-63.5	-30	-92	3.953	17.81	90	1	2	3	

รูปที่ 4.23การใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel(3)

4. จากนั้นนำข้อมูลที่ตัดแล้วไปหากราฟความสัมพันธ์และค่าความพึงพอใจในโปรแกรม SPSS Statisticsดังแสดงในรูปที่ 4.24



	RSRP	RSRQ	RSSI	Download	Upload	Latency	Youtube	VDOCall	Search
1	-83.50	-30.00	-98.00	.12	.09	84.00	1.00	3.00	1.00
2	-51.50	-30.00	-96.00	.27	.12	100.00	1.00	1.00	1.00
3	-93.50	-30.00	-93.00	.27	.19	116.00	1.00	4.00	1.00
4	-115.50	-30.00	-92.00	.29	.17	128.00	1.00	3.00	1.00
5	-101.50	-30.00	-93.00	.29	.18	116.00	1.00	3.00	1.00
6	-129.50	-30.00	-99.00	.29	.14	79.00	1.00	3.00	1.00
7	-49.50	-30.00	-92.00	.29	.13	217.00	1.00	4.00	1.00
8	-21.50	-30.00	-92.00	.29	.12	90.00	1.00	3.00	1.00
9	-119.50	-30.00	-92.00	.30	.16	77.00	1.00	4.00	1.00
10	-89.50	-30.00	-99.00	.30	.18	98.00	1.00	2.00	1.00
11	-51.50	-30.00	-87.00	.30	.14	96.00	1.00	4.00	1.00
12	-59.50	-30.00	-92.00	.33	.13	118.00	1.00	2.00	1.00
13	-137.50	-30.00	-105.00	.70	.22	128.00	1.00	2.00	1.00
14	-35.50	-30.00	-92.00	.71	.23	116.00	1.00	3.00	1.00
15	-87.50	-30.00	-102.00	.74	.33	125.00	1.00	3.00	1.00
16	-69.50	-30.00	-103.00	.79	.27	95.00	1.00	3.00	1.00
17	-25.50	-30.00	-89.00	1.66	7.96	108.00	1.00	1.00	1.00
18	-97.50	-30.00	-80.00	1.94	11.64	83.00	1.00	1.00	1.00
19	-123.50	-30.00	-82.00	2.12	9.31	165.00	1.00	1.00	1.00
20	-121.25	-30.00	-82.00	2.39	10.29	97.00	1.00	1.00	1.00
21	-25.50	-30.00	-92.00	2.58	13.90	88.00	1.00	1.00	1.00
22	-59.50	-30.00	-92.00	2.72	8.74	134.00	1.00	1.00	1.00
23	-45.50	-30.00	-92.00	2.94	11.56	184.00	1.00	1.00	1.00

รูปที่ 4.24การใช้งานโปรแกรม SPSS Statistics

4.4ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และค่าความพึงพอใจ

4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Youtube กับ Download

จากการปรับข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excelเมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Download และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการดูวีดีโอในแอพพลิเคชั่น Youtube มีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y = 0.05696857442312948 * x + 1.209412933806557 \quad (23)$$

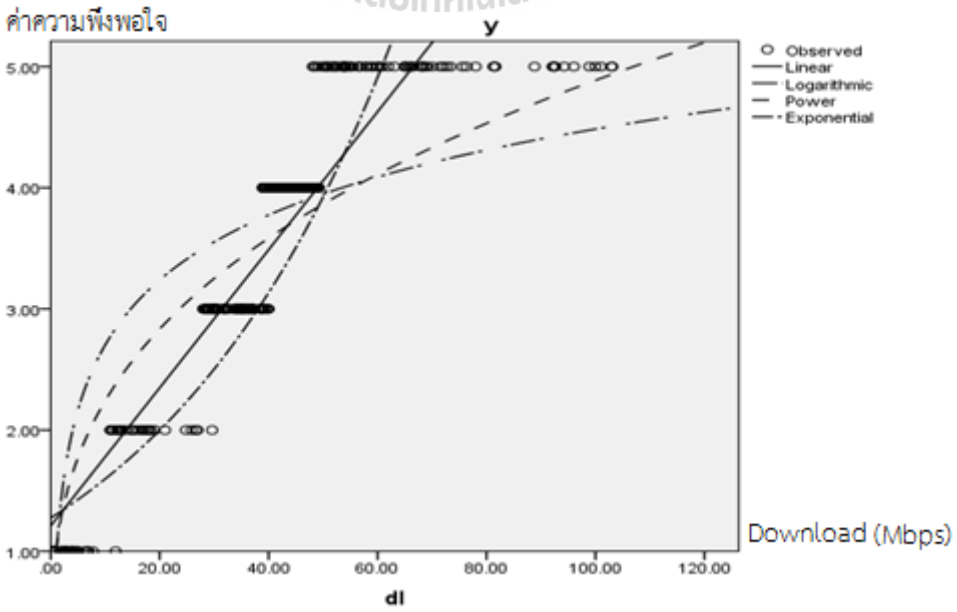
และถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearในรูปที่ 4.25 จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.871หมายถึงข้อมูลมีความเชื่อถือที่ประมาณ 87% ซึ่งมากกว่าตอนที่ยังไม่ตัดข้อมูลออก

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: y

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.871	2548.522	1	378	.000	1.209	.057
Logarithmic	.730	1021.752	1	378	.000	.922	.774
Power	.838	1961.348	1	378	.000	1.028	.338
Exponential	.814	1649.827	1	378	.000	1.275	.022

The independent variable is dl.



รูปที่ 4.25กราฟความสัมพันธ์ระหว่างYoutubeกับDownload(2)

4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง VDO Call กับ Download

จากการปรับข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excelเมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Download และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการดูวีดีโอในแอพพลิเคชั่น VDO Callมีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

$$y = 0.049870515889163 * x + 1.42607350597885 \quad (24)$$

และถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearในรูปที่ 4.26 จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.808 ซึ่งหมายถึงข้อมูลมีความเชื่อถือที่ประมาณ 80% ซึ่งมากกว่าตอนที่ยังไม่ตัดข้อมูลออก

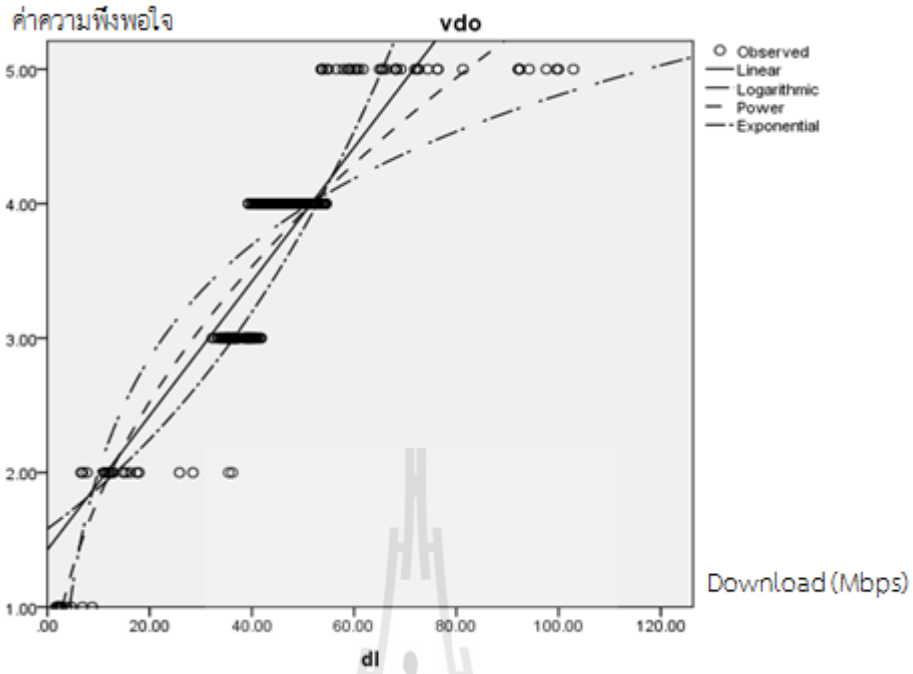
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: vdo

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.808	1032.821	1	246	.000	1.426	.050
Logarithmic	.763	794.050	1	246	.000	-.787	1.215
Power	.885	1888.959	1	246	.000	.593	.483
Exponential	.733	675.291	1	246	.000	1.582	.018

The independent variable is dl.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.26กราฟความสัมพันธ์ระหว่างVDO CallกับDownload(2)

4.4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Search กับ Download

จากการปรับข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excelเมื่อตัวแปรต้นคือ ค่า Download และมีตัวแปรตามคือ ค่าความพึงพอใจจากการดูวีดีโอในแอพพลิเคชั่น Searchมีความสัมพันธ์กันเป็นไปตามสมการดังนี้

y = 0.02502691654755826 * x + 2.614640156562526 (25)

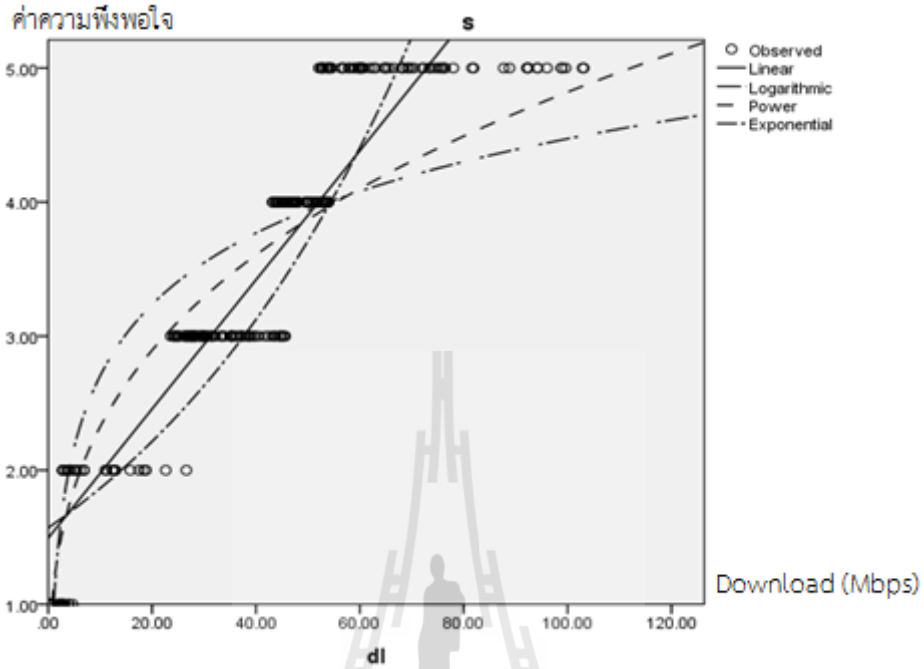
และถ้าพิจารณาจากค่า R Square ของ Linearในรูปที่ 4.27 จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0.860 ซึ่งหมายถึงข้อมูลมีความเชื่อถือที่ประมาณ 86% ซึ่งมากกว่าตอนที่ยังไม่ตัดข้อมูลออก

Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable: s

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.860	1625.449	1	265	.000	1.494	.048
Logarithmic	.722	687.065	1	265	.000	.936	.768
Power	.860	1628.334	1	265	.000	1.120	.317
Exponential	.768	875.269	1	265	.000	1.570	.017

The independent variable is dl.



รูปที่ 4.27กราฟความสัมพันธ์ระหว่างSearchกับDownload(2)

4.5สรุปผลการทดลอง

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และค่าความพึงพอใจ โดยการใช้โปรแกรม SPSS Statistics จะพบความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์และค่าความพึงพอใจของการใช้บริการจากแอพพลิเคชั่นทั้งก่อนที่จะทำการตัดข้อมูล และหลังตัดข้อมูลออก ดังแสดงในตารางที่ 4.1

พารามิเตอร์	แอพพลิเคชั่น	R Square		ความสัมพันธ์
		ก่อนตัดข้อมูล	หลังตัดข้อมูล	
Download	Youtube	0.313	0.871	√
	Download	0.203	0.808	√
	Search	0.313	0.860	√
Upload	Youtube	0.145	-	X
	Download	0.038	-	X
	Search	0.072	-	X
	Youtube	0.005	-	X

Latency	Download	0.008	-	X
	Search	0.005	-	X
RSRP	Youtube	0.001	-	X
	Download	0.001	-	X
	Search	0	-	X
RSSI	Youtube	0.017	-	X
	Download	0	-	X
	Search	0.003	-	X
RSRQ	Youtube	-	-	X
	Download	-	-	X
	Search	-	-	X

ตารางที่ 4.1สรุปความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์กับแอพพลิเคชั่น

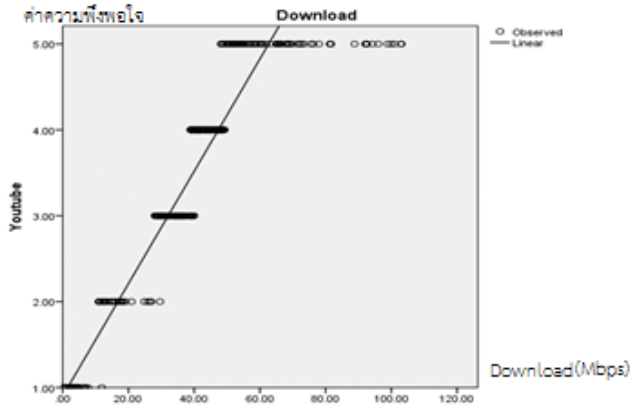
จากตารางข้างบน จะพบว่าพารามิเตอร์ Download มีความสัมพันธ์กับค่าความพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในด้านการพัฒนาระบบเครือข่าย โดยที่บริษัทไม่ต้องออกมาวัดสัญญาณเอง สามารถแทนค่าดูได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.ความสัมพันธ์ระหว่าง Download และ ความพึงพอใจในการใช้บริการจาก Youtube

มีสมการดังสมการที่ (23) คือy =0.05696857442312948 * x + 1.209412933806557

เมื่อแทนค่า y = 5 ลงในสมการ จะได้ค่า x = 66.53 Mbps ซึ่งหมายความว่าถ้าต้องการให้ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจมากที่สุด จะต้องใช้ค่า Download ที่ค่า 66.53 Mbps จะได้กราฟความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.28

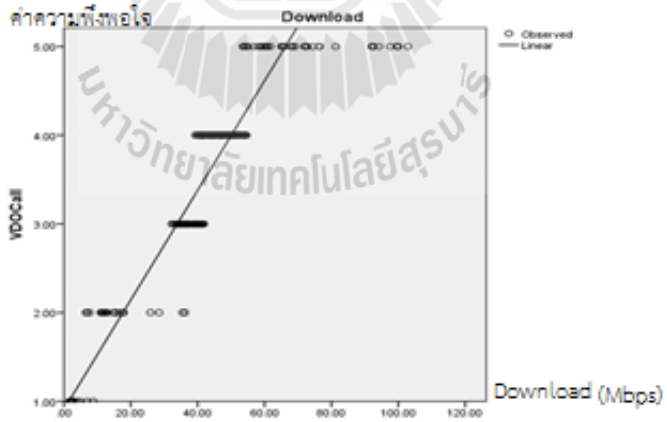


รูปที่ 4.28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างYoutubeกับDownload(3)

2. ความสัมพันธ์ระหว่าง Download และ ความพึงพอใจในการใช้บริการจาก VDO Call

มีสมการดังสมการที่ (24) y = 0.049870515889163 * x + 1.42607350597885

เมื่อแทนค่า y =5 ลงในสมการ จะได้ค่า x = 71.66Mbps ซึ่งหมายความว่าถ้าต้องการให้ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจมากที่สุด จะต้องใช้ค่า Download ที่ค่า 71.66 Mbps จะได้กราฟความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.29

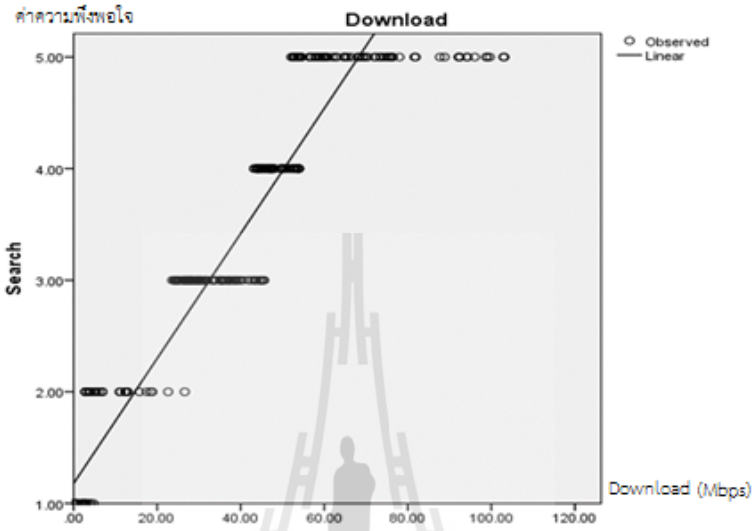


รูปที่ 4.29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างVDO CallกับDownload(3)

3. ความสัมพันธ์ระหว่าง Download และ ความพึงพอใจในการใช้บริการจาก Search

มีสมการดังสมการที่(25)y = 0.049870515889163 * x + 1.42607350597885

เมื่อแทนค่า y = 5 ลงในสมการ จะได้ค่า x = 72.81 Mbps ซึ่งหมายความว่าถ้าต้องการให้ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจมากที่สุด จะต้องใช้ค่า Download ที่ค่า 72.81 Mbps จะได้กราฟความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างSearchกับDownload(3)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปโครงงาน

โครงงานการวิเคราะห์ความพึงพอใจของการใช้บริการจากคุณภาพสัญญาณ 4G ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ศึกษาพารามิเตอร์ของเครือข่าย 4G โดยใช้งาน Field Test บนระบบปฏิบัติการ IOS และ Application nPerf เพื่อเก็บข้อมูลจากการวัดสัญญาณและนำไปวิเคราะห์กราฟการถดถอยในโปรแกรมSPSS Statisticsเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์กับค่าความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ

จากตารางในโปรแกรม SPSS Statistics จะได้สมการจากค่า constant และ b1เราจะเลือกใช้งานสมการโดยดูจากค่าR Squareที่มากที่สุดจากทั้งหมด4ฟังก์ชัน คือ Linear,Logarithmic,Power,Exponential เพื่อนำสมการของฟังก์ชันไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเครือข่ายเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้ใช้บริการโดยที่บริษัทไม่ต้องออกมาวัดสัญญาณเอง โดยมีข้อดีคือ สามารถสะท้อนให้เห็นถึงระดับพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ซึ่งอาจจะนำค่าพารามิเตอร์มาเป็นเกณฑ์เพื่อตอบสนองต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งานได้ดีขึ้น ด้วยวิธีการในโครงงานนี้สามารถใช้แทนการวัดความพึงพอใจจากบุคคลหรือผู้ใช้งานจริงเพื่อทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหาที่พบและแนวทางในทางแก้ไขปัญหา

ในการทำโครงงานการวิเคราะห์ความพึงพอใจของการใช้บริการจากคุณภาพสัญญาณ 4G ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ปรากฏปัญหาต่างๆดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 ซึ่งประกอบไปด้วยปัญหาที่พบ สาเหตุและวิธีการแก้ไข

ปัญหาที่พบในขณะดำเนินงาน	สาเหตุและวิธีการแก้ไขปัญหา
1. แบตเตอรี่ของโทรศัพท์หมดเร็ว	สาเหตุ เกิดจากการใช้งานแอพพลิเคชั่นเป็นเวลานานต่อเนื่อง สามารถแก้ปัญหาได้จากการใช้แบตเตอรี่สำรอง
2. แอพพลิเคชั่นที่ใช้ในการวัดสัญญาณไม่แสดงค่าพารามิเตอร์	สาเหตุ เกิดจากการใช้งานแอพพลิเคชั่นเป็นเวลานานต่อเนื่องสามารถแก้ปัญหาได้จากการเว้นระยะห่างการใช้งาน

ตารางที่ 5.1ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไข

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้จากโทรศัพท์มือถืออาจเกิดความคลาดเคลื่อนหากผู้ที่สนใจใช้งานต้องการประสิทธิภาพในการวัดสัญญาณมากขึ้น อาจจะเปลี่ยนเป็นโปรแกรม Azenqos ซึ่งมีความแม่นยำกว่ามาก สามารถบันทึกค่าและดูข้อมูลย้อนหลังได้

5.3 การพัฒนาต่อในอนาคต

สามารถนำไปพัฒนา ปรับปรุงพัฒนาเครือข่ายเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้ใช้บริการโดยที่บริษัทไม่ต้องออกมาวัดสัญญาณเอง ซึ่งอาจจะนำค่าพารามิเตอร์มาเป็นเกณฑ์เพื่อตอบสนองต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

บรรณานุกรม

[1] การใช้งานโปรแกรม SPSS สืบค้นเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2559 จาก http://www.med.cmu.ac.th/mis/web/train/TrainSPSS_2- 3Mar15.pd

[2] การวิเคราะห์การถดถอย สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2559 จาก http://www.watpon.com/regression/chap2.pdf

[3]ความสัมพันธ์ทางเศรษฐศาสตร์และฟังก์ชั่นทางพีชคณิต สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กันยายน 2559 จาก http://e-book.ram.edu/e-book/e/EC473(H)/EC473(H)-4.pdf

[4] คำศัพท์โทรคมนาคม สืบค้นเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2559 จาก http://telecom-knowledge.blogspot.com/2016/09/lte-drive-test-parameters.html

[5] ทฤษฎีเทคโนโลยี 4G LTE สืบค้นเมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2559 จาก http://news.siamphone.com/news-13123.html

[6] ประวัติของเทคโนโลยี 4G สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2559 จาก

http://datacommunicationand.blogspot.com

[7] ฟังก์ชันเอ็กโปแนนเชียลและฟังก์ชันล็อการิทึมสืบค้นเมื่อวันที่ 7 กันยายน 2559 จาก http://www.tutormathphysics.com/index.php/tutor-math/119-math-m5-expoandlog/729-math-m5-expoandlog-09.html

[8] วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กันยายน 2559จาก http://www.dstd.mi.th/board/index.php?topic=528.0

[9] วิธีใช้งานแอพพลิเคชั่น nPerfสืบค้นเมื่อวันที่ 5 กันยายน 2559จาก https://www.nperf.com/en/

[10] สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 กันยายน 2559 จาก http://home.dsd.go.th/kamphaengphet/km/information/RESECARCH/08ResearchON_IT.pdf

[11] สถิติอนุมานสำหรับสองประชากร (Statistical Inference for Two sample) สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 กันยายน 2559 จาก https://sites.google.com/site/mystatistics01/chapter4/f--test

[12] เรื่องของอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กันยายน 2559 จาก http://www.imotab.com/index.php/hi-speed-internet/625-what-is-upload-download

[13] โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ LTE สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กันยายน2559จาก http://www.mvt.co.th/viewnews.php?cid=3&nid=380&page=4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นางสาวหทัยรัตน์ ธรรมวัฒน์ เกิดเมื่อ31 ตุลาคม พ.ศ.2537 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลหนองกง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์เมื่อปี พ.ศ.2556 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นางสาวชญานินทร์ ศรียางค์ เกิดเมื่อ 4 มีนาคม พ.ศ.2538 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลทุ่งคลอง อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์เมื่อปี พ.ศ.2556 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นางสาวกฐิน ชุมกาแสง เกิดเมื่อ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2537 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลหนองบัว อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ.2556 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี