

วารสารวิชาการ
กสทช.
ประจำปี 2563

NBTC
JOURNAL
2020

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission



การพัฒนาระบบบูรณาการฐานข้อมูล การใช้คลื่นความถี่จากอุปกรณ์ ตรวจสอบคลื่นความถี่

THE DEVELOPMENT OF A FREQUENCY-SPECTRUM USAGE INTEGRATED DATABASE SYSTEM OBTAINING FROM FREQUENCY MONITORING EQUIPMENTS

วรพจน์ กรีสระเดช¹ และ ปานวิทย์ รุจะนุต²
Worapoj Kreesuradaj¹ and Panwit Tuwanut²

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520^{1 และ 2}

Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Bangkok 10520 Thailand^{1 and 2}

Corresponding E-mail : worapoj@it.kmitl.ac.th

Received Date	August 27, 2019
Revised Date	October 8, 2019
Accepted Date	October 29, 2020

บทคัดย่อ

อุปกรณ์การเฝ้าระวังสำหรับตรวจสอบคลื่นความถี่ (Monitor) ที่ใช้งานในสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) มีความหลากหลายของอุปกรณ์แต่ละยี่ห้อ มีรูปแบบการเก็บข้อมูลไม่เหมือนกัน ขาดระบบการจัดเก็บข้อมูลอย่างบูรณาการ ในบทความนี้ได้นำเสนอแนวทางการบูรณาการข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่ ให้มาบูรณาการในฐานข้อมูลเดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาการกำหนดมาตรฐานข้อมูลเพื่อการบูรณาการข้อมูลการตรวจสอบคลื่นความถี่ และเพื่อพัฒนาระบบบริการข้อมูลการตรวจสอบคลื่นความถี่ผ่าน Web application เพื่อบริการแก่อุตสาหกรรมกิจการโทรคมนาคมและประชาชน และจากผลการวิจัย ทำให้ได้ระบบสารสนเทศที่ใช้งานได้ดี และได้อุปกรณ์ Hardware ที่ช่วยในการดึงข้อมูลเพื่อนำข้อมูล ที่วัดได้ไปจัดเก็บลงในฐานข้อมูลเดียวกัน

คำสำคัญ : บูรณาการ ข้อมูลคลื่นความถี่ ฐานข้อมูล การบริหารคลื่นความถี่ ระบบสารสนเทศ

Abstract

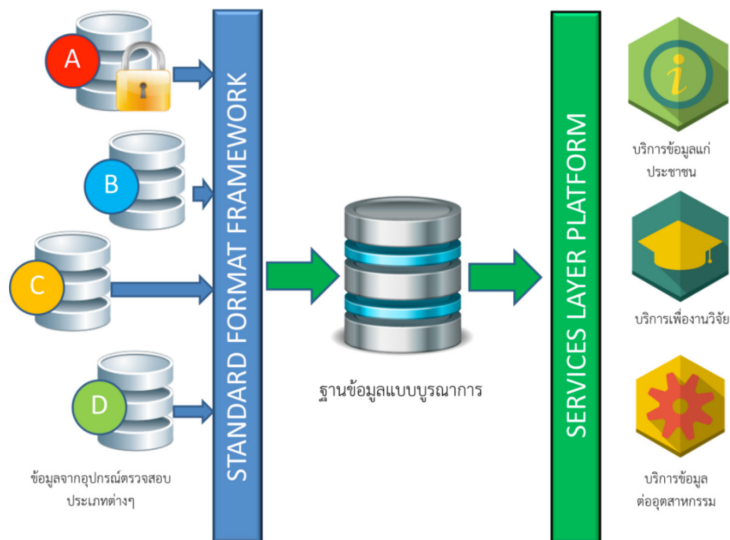
Nowadays, Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission (NBTC) has monitoring equipments for monitoring illegal usage of frequency spectrum. With a variety of equipment's brand, measured data have different format. In addition, NBTC also lacks of a frequency-spectrum usage integrated database system obtaining from frequency monitoring equipments. In this paper, we proposed an information system to integrate data from the monitoring equipments. The objectives of this research are to study standard definition of integrated data and to develop an information system providing frequency inspection through a web application for telecommunications industry and people. The result of this research yields an information system and hardware for collecting data from measuring equipments and transferring data to the information system.

Keyword : Integration, Frequency Data, Database, Frequency management, Information system

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) มีภารกิจหลักในการดูแลการจัดสรรคลื่นความถี่ ให้มีการใช้งานอย่างถูกต้องตามที่กฎหมายกำหนด จัดทำแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ กำหนดหลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปราศจากการรบกวนซึ่งกันและกัน และหน้าที่อื่น ๆ ตามที่ พ.ร.บ. องค์การจัดสรรคลื่นความถี่ และกำกับการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2543 ที่กำหนดในหมวด 3 เรื่องการบริหารคลื่นความถี่ ดังนั้นภารกิจหลักประการหนึ่ง ที่ต้องดำเนินการก็คือ การควบคุม เฝ้าระวัง การใช้งานคลื่นความถี่ให้ถูกต้อง เช่น ตรวจสอบกำลังส่ง ไม่ให้ส่งด้วยกำลังส่งที่สูงเกินค่าที่ได้รับอนุญาต ตรวจสอบการใช้งานความถี่ว่าใช้ความถี่ถูกต้องตามที่ได้รับอนุญาตหรือไม่ รวมทั้งการตรวจสอบคลื่นความถี่แปลกปลอมที่เกิดจากการลักลอบใช้ออกอากาศอย่างผิดกฎหมาย

ปัจจุบัน สำนักงาน กสทช. มีอุปกรณ์การเฝ้าระวังสำหรับตรวจสอบคลื่นความถี่ (Monitor) อยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งชนิดแบบติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed site) และแบบเคลื่อนที่ (Mobile) เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบ เฝ้าระวังการใช้งานคลื่นความถี่ที่ผิดกฎหมาย และเพื่อพิทักษ์ผลประโยชน์ของทางราชการ โดยอุปกรณ์เฝ้าระวังดังกล่าวมีอยู่เป็นจำนวนมากหลากหลายผลิตภัณฑ์ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะทำการแสดงข้อมูลที่ตรวจสอบได้ผ่านโปรแกรมสำเร็จที่ติดตั้งมากับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เท่านั้น ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการทำงานแบบบูรณาการ และเป็นอุปสรรคทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลที่เป็นประโยชน์ออกเผยแพร่สู่ประชาชน หรืออุตสาหกรรมกิจการโทรคมนาคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อศึกษาการกำหนดมาตรฐานข้อมูล เพื่อการบูรณาการข้อมูลการตรวจสอบคลื่นความถี่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจสอบคลื่นความถี่ให้มีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 1 แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลแบบบูรณาการจากอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่

จากปัญหาดังกล่าว บทความนี้จึงได้นำเสนอ การศึกษารูปแบบการรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคลื่นความถี่ จากอุปกรณ์การเฝ้าระวังสำหรับตรวจสอบคลื่นความถี่ที่หลากหลายทำให้เกิดเป็นมาตรฐานเดียวกัน (Data standard format) มาเก็บไว้ในเครื่องแม่ข่ายฐานข้อมูลกลาง (Database server) เพื่อให้สามารถนำข้อมูลออกเผยแพร่สู่ประชาชนหรืออุตสาหกรรมกิจการโทรคมนาคม รวมไปถึงการวางแผนการทำงานที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานของประเทศไทยที่มีความประสงค์ในการนำข้อมูลไปใช้ได้ เช่นเดียวกับหน่วยงานกำกับดูแลชั้นนำของโลก เช่น Federal Communications Commission (FCC)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการกำหนดมาตรฐานข้อมูลเพื่อการบูรณาการข้อมูลการตรวจสอบคลื่นความถี่
2. เพื่อพัฒนาระบบบริการข้อมูลการตรวจสอบคลื่นความถี่ผ่าน Web application เพื่อบริการแก่อุตสาหกรรมกิจการโทรคมนาคมและประชาชน

วิธีการศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่

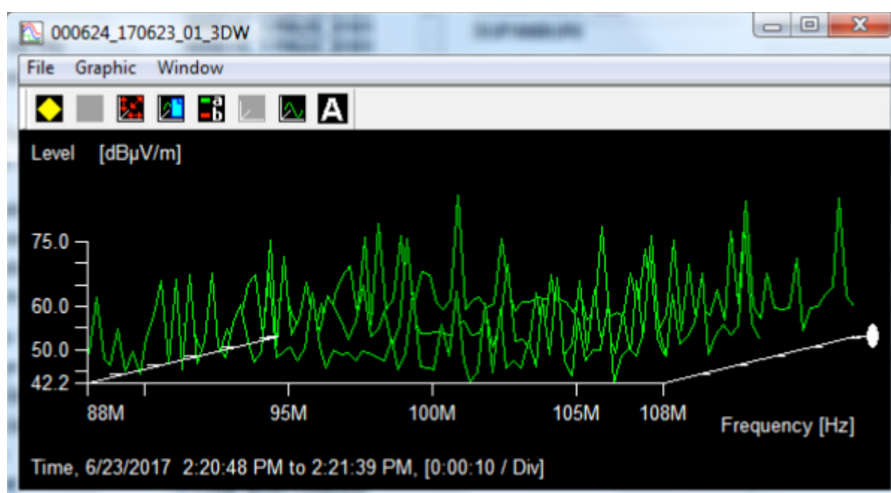
ในขั้นตอนทางคณะผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่ ที่สำนักงาน กสทช. ภาค 1 โดยได้ศึกษาอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่ประเภท Remote station ได้แก่

- อุปกรณ์ยี่ห้อ R&S รุ่น DDF255 โดยใช้โปรแกรม Argus
- อุปกรณ์ยี่ห้อ TCI รุ่น TCI-737 โดยใช้โปรแกรม Scorpio

ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ สำนักงาน กสทช. ได้มีการสั่งซื้อเข้ามาใช้งานในการตรวจสอบคลื่นความถี่ ซึ่งมีเพียง 2 ยี่ห้อ โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาการทำงาน คือต้องการจะ Export ข้อมูลดิบ (RAW data) ที่ได้จากการตรวจวัดของอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่ โดยได้ตัวอย่างของผลการตรวจวัด ดังนี้

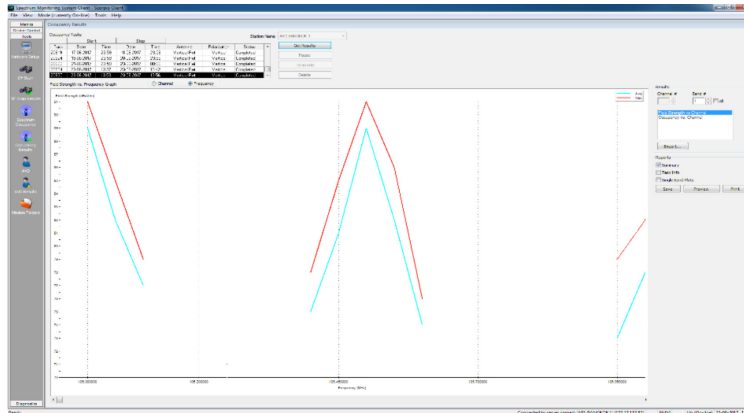
1. ผลการศึกษา การตรวจวัด Signal strength ของอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่

การตั้งค่าอุปกรณ์ยี่ห้อ R&S เพื่อวัดค่า Signal strength หรือความเข้มของสัญญาณ โดยวัดที่ความถี่ 88-108 MHz กำหนดให้ค่า Step ในการวัดเท่ากับ 100 kHz หรือใช้เวลาในการกวาดแต่ละความถี่ทุก ๆ 10 ไมโครวินาที ทำการวัดเป็นเวลา 1 นาที ได้ผลแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลการวัด Signal strength ของอุปกรณ์ยี่ห้อ R&S

ทำการตั้งค่าอุปกรณ์ยี่ห้อ TCI เพื่อวัด Signal strength โดยวัดที่ความถี่ 105-106 MHz กำหนดให้ค่า Step ในการวัดเท่ากับ 50 kHz หรือใช้เวลาในการกวาดแต่ละความถี่ทุก ๆ 20 ไมโครวินาที ทำการวัดเป็นเวลา 3 นาที นำค่าที่วัดได้ของแต่ละความถี่มาทำการหาค่าเฉลี่ย (Average) และหาค่าสูงสุด (Maximum) โปรแกรมแสดงค่า ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลการวัด Signal strength ของอุปกรณ์ยี่ห้อ TCI

เมื่อทำการ Export ข้อมูลดิบการวัด Signal strength ของอุปกรณ์ยี่ห้อ R&S & TCI ออกมาในรูปแบบ (Format) ของ XML แสดงตัวอย่างข้อมูลดิบในภาพที่ 4

```

73 <C_1>2017-06-23T14:20:48.342+07:00</C_1>
74 <C_2>88.000000</C_2>
75 <C_3>50.4</C_3>
76 </MT_MV>
77 <MT_MV>
78 <C_1>2017-06-23T14:20:48.342+07:00</C_1>
79 <C_2>88.250000</C_2>
80 <C_3>52.0</C_3>
81 </MT_MV>
82 <MT_MV>
83 <C_1>2017-06-23T14:20:48.342+07:00</C_1>
84 <C_2>88.500000</C_2>
85 <C_3>46.6</C_3>
86 </MT_MV>
87 <MT_MV>
88 <C_1>2017-06-23T14:20:48.342+07:00</C_1>
89 <C_2>88.750000</C_2>
90 <C_3>44.3</C_3>
91 </MT_MV>
92 <MT_MV>
93 <C_1>2017-06-23T14:20:48.342+07:00</C_1>
94 <C_2>89.000000</C_2>
95 <C_3>52.8</C_3>
96 </MT_MV>
97 <MT_MV>
98 <C_1>2017-06-23T14:20:48.342+07:00</C_1>
99 <C_2>89.250000</C_2>
100 <C_3>42.3</C_3>
101 </MT_MV>
102 <MT_MV>
103 <C_1>2017-06-23T14:20:48.342+07:00</C_1>
104 <C_2>89.500000</C_2>

```

ภาพที่ 4.1 ข้อมูลดิบอุปกรณ์ยี่ห้อ R&S

```

104 <Cell><Data ss:Type="Number">1</Data></Cell>
105 <Cell ss:StyleId="s6"><Data ss:Type="Number">105.000000</Data></Cell>
106 <Cell><Data ss:Type="Number">91</Data></Cell>
107 <Cell><Data ss:Type="Number">89</Data></Cell>
108 </Row>
109 <Row>
110 <Cell><Data ss:Type="Number">2</Data></Cell>
111 <Cell ss:StyleId="s6"><Data ss:Type="Number">105.050000</Data></Cell>
112 <Cell><Data ss:Type="Number">85</Data></Cell>
113 <Cell><Data ss:Type="Number">82</Data></Cell>
114 </Row>
115 <Row>
116 <Cell><Data ss:Type="Number">3</Data></Cell>
117 <Cell ss:StyleId="s6"><Data ss:Type="Number">105.100000</Data></Cell>
118 <Cell><Data ss:Type="Number">79</Data></Cell>
119 <Cell><Data ss:Type="Number">77</Data></Cell>
120 </Row>
121 <Row>
122 <Cell><Data ss:Type="Number">4</Data></Cell>
123 <Cell ss:StyleId="s6"><Data ss:Type="Number">105.150000</Data></Cell>
124 <Cell><Data ss:Type="Number">80</Data></Cell>
125 <Cell><Data ss:Type="Number">80</Data></Cell>
126 </Row>
127 <Row>
128 <Cell><Data ss:Type="Number">5</Data></Cell>
129 <Cell ss:StyleId="s6"><Data ss:Type="Number">105.200000</Data></Cell>
130 <Cell><Data ss:Type="Number">80</Data></Cell>
131 <Cell><Data ss:Type="Number">80</Data></Cell>
132 </Row>
133 <Row>
134 <Cell><Data ss:Type="Number">6</Data></Cell>
135 <Cell ss:StyleId="s6"><Data ss:Type="Number">105.250000</Data></Cell>
136 <Cell><Data ss:Type="Number">80</Data></Cell>
137 <Cell><Data ss:Type="Number">80</Data></Cell>

```

ภาพที่ 4.2 ข้อมูลดิบอุปกรณ์ยี่ห้อ TCI

การวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อมูลดิบการวัด Signal strength แสดงข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบรายการข้อมูลดิบการวัด Signal strength ของอุปกรณ์ยี่ห้อ R&S และ TCI

R&S		TCI	
Time	MM/DD/YYYY HH:MM:SS.SSS	Channel No.	
Frequency	Hz	Frequency	MHz
Level	dBμV/m	Maximum Field Strength	dBμV/m
		Average Field Strength	dBμV/m

ในทำนองเดียวกันได้ทำการวัด Frequency occupancy หรือ การครอบครองคลื่นความถี่ และวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อมูลดิบการวัด Frequency occupancy แสดงข้อมูลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบรายการข้อมูลดิบการวัด Frequency occupancy ของอุปกรณ์ยี่ห้อ R&S และ TCI

R&S		TCI	
Frequency	MHz	Channel No.	
Occupancy	%	Frequency	MHz
		Maximum Field Strength	%
		Average Field Strength	%

ในทำนองเดียวกันได้ทำการวัดทิศทางและวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อมูลดิบการวัดทิศทางแสดงข้อมูลดังตารางที่ 3

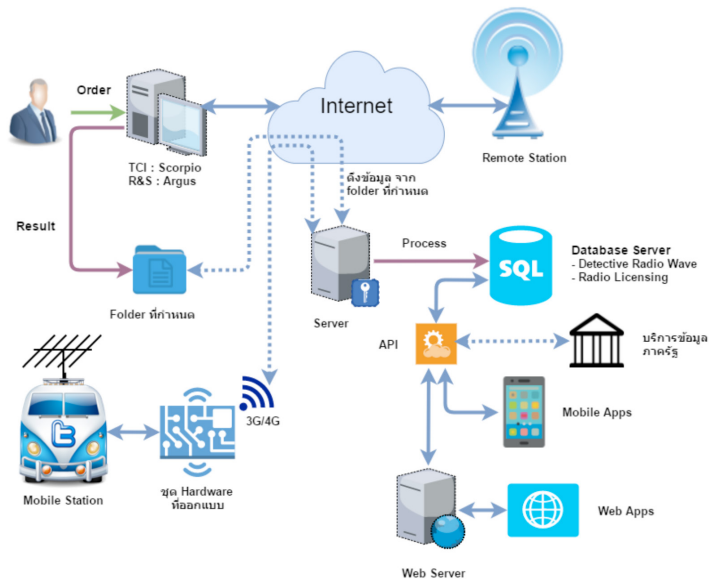
ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายการข้อมูลดิบการวัดทิศทาง ของอุปกรณ์ยี่ห้อ R&S และ TCI

R&S		TCI	
Time	MM/DD/YYYY HH:MM:SS.SSS	Channel No.	
Frequency	Hz	Frequency	MHz
DF Level	dBμV/m	Total Cuts	
Bearing	degrees	Cuts Used	
		Range	km
		Azimuth	degrees
		Field Strength	dBμV/m
		Standard Deviation	

จากตารางเปรียบเทียบรายการของข้อมูลที่ได้จากการ Export ข้อมูลออกมา พบว่า อุปกรณ์แต่ละยี่ห้อ ถึงแม้ว่าจะวัดข้อมูลประเภทเดียวกัน แต่ไฟล์ที่เก็บข้อมูลก็มีรูปแบบการเก็บข้อมูลที่ไม่เหมือนกันและอุปกรณ์แต่ละยี่ห้อ สามารถ Export ไฟล์ออกมาได้ไม่เหมือนกัน มีความหลากหลายของไฟล์ข้อมูล นอกจากนี้ พบว่าในปัจจุบันขาดระบบการจัดเก็บข้อมูลอย่างบูรณาการ และขาดการเชื่อมโยงข้อมูลจากเครื่องมือวัดต่าง ๆ

การออกแบบระบบและตัวอย่างผลการออกแบบ

จากข้อกำหนดที่ตั้งกล่าวในหัวข้อที่ 2 จึงได้เสนอแนวทางการบูรณาการข้อมูลที่ได้จากการวัดอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่ โดยมีภาพรวมของระบบดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ภาพรวมของระบบ การบูรณาการข้อมูลที่ได้จากการวัดอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่

แนวทางการพัฒนาระบบการบูรณาการข้อมูลที่ได้จากการวัดอุปกรณ์ตรวจสอบคลื่นความถี่ จะออกแบบระบบให้ไม่กระทบกับการทำงานปกติของผู้ปฏิบัติงาน ที่ปฏิบัติงานอยู่ที่แต่ละสำนักงาน

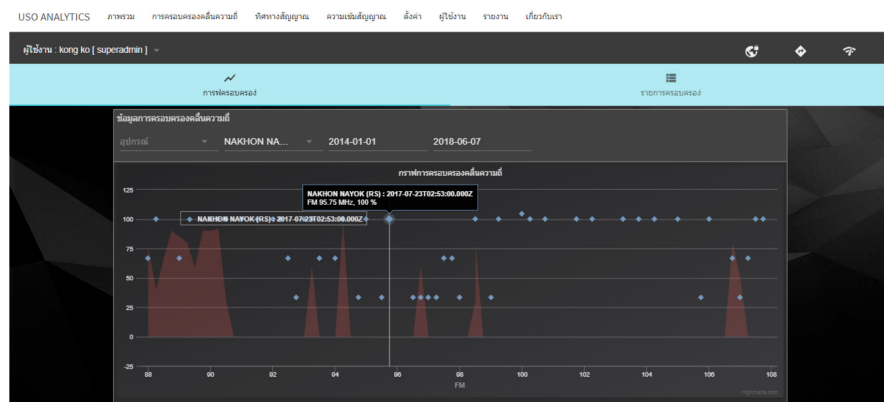
เมื่อผู้ปฏิบัติงานทำการวัดสัญญาณต่าง ๆ ตามที่ได้รับมอบหมายจะทำการ Export ข้อมูลดิบที่ได้ไม่ว่าจะเป็น RAW data ในรูปแบบต่าง ๆ หรือไฟล์รูปที่ได้จากเครื่องมือวัด ก็จะนำมาวางไว้ในแฟ้มข้อมูลที่กำหนด จากนั้นระบบส่วนกลางจะทำการดึงข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลที่กำหนด ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาประมวลผล และจัดเก็บลงฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้ฐานข้อมูล MySQL และใช้ Apache ทำหน้าที่เป็น Web server และใช้ Platform ของ Bootstrap ในการพัฒนา Web application

สำหรับอุปกรณ์สถานีเคลื่อนที่ จะใช้ฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบสำหรับเชื่อมต่อกับสถานีเคลื่อนที่และส่งข้อมูลดิบดังกล่าวผ่านเครือข่าย 3G/4G มาเก็บไว้ในฐานข้อมูลเช่นกัน และมีการพัฒนา API เพื่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล กับแอปพลิเคชันต่าง ๆ ทั้งเว็บแอปพลิเคชัน และ โมบายล์แอปพลิเคชัน (Android และ iOS) นอกจากนี้แล้ว API ดังกล่าวยังให้บริการข้อมูลกับภาครัฐ เอกชน ที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป แสดงตัวอย่างของระบบสารสนเทศที่ได้ออกแบบดังภาพที่ 6-9

รายการข้อมูลสถานี			
เก็บข้อมูล			
	ชื่อ	ละติจูด	ลองจิจูด
1	SUPANBURI	12	103
2	NAKHON NAYOK	14.204322	101.209345
4	AA5	13.584155	100.6061122
8	ทตสอ	13.8888	102.78787
9	กรุงเทพมหานคร	13.7251088	100.352917
10	นนทบุรี	13.9648819	100.274957
3	สมุทรปราการ	13.584155	100.6061122
11	ปทุมธานี	14.0965673	100.3616287

ภาพที่ 6 ตัวอย่างหน้าจอแสดงรายการสถานีทั้งหมด ที่ได้นำข้อมูลมาบูรณาการ

ในภาพที่ 6 นี้แสดง ตัวอย่างหน้าจอแสดงรายการสถานีทั้งหมดที่ได้นำข้อมูลทั้งจากอุปกรณ์ยี่ห้อ R&S และอุปกรณ์ยี่ห้อ TCI มาแสดงผลร่วมกันว่ามีสถานีใดบ้าง



ภาพที่ 7 ตัวอย่างหน้าจอแสดง Frequency occupancy หรือการครอบครองคลื่นความถี่ ที่ได้จากสถานีวัดต่าง ๆ

ในภาพที่ 7 นี้แสดง ตัวอย่างหน้าจอแสดง Frequency occupancy หรือการครอบครองคลื่นความถี่ ที่ใช้งาน โดยได้นำข้อมูลทั้งจากอุปกรณ์ยี่ห้อ R&S และอุปกรณ์ยี่ห้อ TCI มาแสดงผลร่วมกันว่าแต่ละความถี่ มีการครอบครองคลื่นความถี่ที่ใช้งานเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

กราฟความเข้ม							รายการความเข้ม
รายการความเข้มสัญญาณ							
อุปกรณ์	สถานี	2014-01-01	2018-06-25	88	108		
อุปกรณ์	ความถี่	ผู้ครอบครอง	ความเข้ม (dBμV/m)	ค่าเฉลี่ย (dBμV/m)	ค่าสูงสุด (dBμV/m)	ค่าความถี่ปกติ (dBμV/m) 100%	เมื่อ
TCI	88	✓	67.9			+	กรุงเทพมหานคร 18/06/2018 18:05
RS	88	✓	81.9			+	NAKHON NAYOK 18/06/2018 18:05
RS	88	✓	81.1			+	NAKHON NAYOK 18/06/2018 18:05
RS	88	✓	81.1			+	NAKHON NAYOK 18/06/2018 18:05
RS	88	✓	81.5			+	NAKHON NAYOK 18/06/2018 18:05
RS	88	✓	81.5			+	NAKHON NAYOK 18/06/2018 18:05
RS	88	✓	80.5			+	NAKHON NAYOK 18/06/2018 18:05
RS	88	✓	81.6			+	NAKHON NAYOK 18/06/2018 18:05

ภาพที่ 8 ตัวอย่างหน้าจอแสดง Signal strength หรือความเข้มของสัญญาณ ที่ได้จากสถานีวัดต่าง ๆ

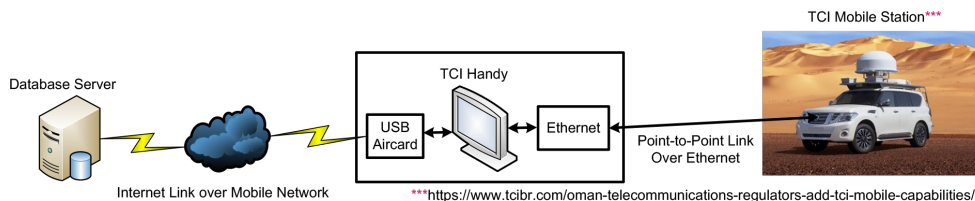
ในภาพที่ 8 นี้แสดง ตัวอย่างหน้าจอแสดง Signal strength หรือความเข้มของสัญญาณ โดยได้นำข้อมูล ทั้งจากอุปกรณ์มือถือ R&S และอุปกรณ์มือถือ TCI มาแสดงผลร่วมกันว่าที่แต่ละความถี่มีความเข้มของสัญญาณ เป็นเท่าใด

FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW novaPDF						
Clipboard Font Alignment Number Styles Cells						
A1						
A B C D E F G						
1	รายงานตรวจสอบความเข้มสัญญาณ					
2	สำนักงาน กสทช. NAKHON NAYOK (Fixed NAKHON NAYOK)					
3	ประจำเดือน มิถุนายน ปี พ.ศ.2561					
4	ลำดับ	ความถี่ตรวจสอบความเข้ม (dBμV/m)	หน่วยงาน	สถานี	อุปกรณ์	หมายเหตุ
5	1	88	81.5 Test1	NAKHON NAYOK	RS	
6	2	88.25	67.9 -	NAKHON NAYOK	RS	
7	3	88.5	78.7 -	NAKHON NAYOK	RS	
8	4	89	83.4 -	NAKHON NAYOK	RS	
9	5	89.25	68.8 -	NAKHON NAYOK	RS	
10	6	89.75	71 -	NAKHON NAYOK	RS	
11	7	90	72.3 -	NAKHON NAYOK	RS	
12	8	90.25	80.7 -	NAKHON NAYOK	RS	
13	9	90.75	93.3 -	NAKHON NAYOK	RS	
14	10	91	76.9 -	NAKHON NAYOK	RS	
15	11	91.5	75.1 -	NAKHON NAYOK	RS	
16	12	91.75	82 -	NAKHON NAYOK	RS	
17	13	92	72.7 -	NAKHON NAYOK	RS	

ภาพที่ 9 ตัวอย่างหน้าจอแสดง รายงานที่ถูกสร้างจากระบบในรูปแบบ Excel

ในภาพที่ 9 นี้แสดง หน้าจอแสดงตัวอย่างรายงานที่ถูกสร้างจากระบบในรูปแบบ Excel เพื่อสามารถนำ รายงานนี้ไปสรุปนำเสนอผู้บริหารต่อไป

แสดงฮาร์ดแวร์ที่ได้ออกแบบ ซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์ที่ช่วยดึงข้อมูลและนำข้อมูลส่งเข้ามายังฐานข้อมูลกลาง และได้นำเสนอตัวอย่างหน้าจอของอุปกรณ์ Hardware ดังภาพที่ 10

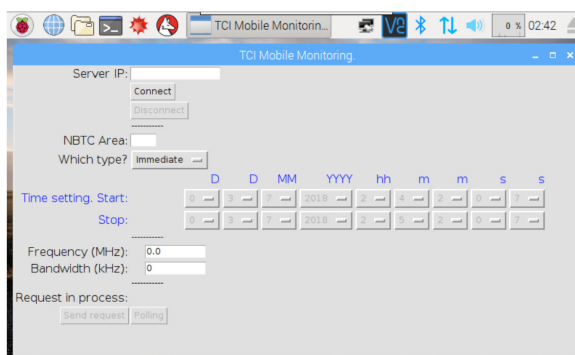


ภาพที่ 10 แผนภาพการทำงานของ Hardware ที่ช่วยดึงข้อมูลเพื่อส่งไปยัง Server

ภาพที่ 10 แสดงโครงสร้างของตัวฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยส่วนประมวลผล ส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์ ตรวจสอบคลื่นความถี่ และส่วนส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายผ่านทางเครือข่าย 3G/4G และแสดงภาพอุปกรณ์ Hardware สำหรับนำไปใช้ดึงข้อมูลดังภาพที่ 11 เมื่อเปิดอุปกรณ์จะมีหน้าจอแสดงผลต่าง ๆ สำหรับตั้งค่าการทำงาน โดยตัวอย่างหน้าจอของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 11 ภาพอุปกรณ์ Hardware



ภาพที่ 12 หน้าจอของอุปกรณ์ Hardware ที่ใช้เชื่อมต่อ

การสำรวจความพึงพอใจ

การสำรวจความพึงพอใจ ใช้แนวทางในการประเมินกลุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพในการใช้งานระบบ ออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย

1. ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ

1. ความสวยงาม น่าสนใจของหน้าระบบสารสนเทศ
2. การจัดรูปแบบในระบบสารสนเทศง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน

2. ด้านกระบวนการขั้นตอน/กระบวนการ

1. การเข้าถึงระบบทำได้ง่าย รวดเร็ว
2. มีการจัดหมวดหมู่ของรายการใช้งานได้อย่างชัดเจน
3. ระบบมีขั้นตอนการทำงานเป็นลำดับเข้าใจง่าย
4. ฟังก์ชันครอบคลุมการทำงาน

3. ด้านข้อมูล

1. ข้อมูลในระบบมีความถูกต้อง ครบถ้วน น่าเชื่อถือ
2. ข้อมูลในระบบครอบคลุมความต้องการของผู้ใช้งาน
3. ระบบแสดงข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ครบถ้วน

4. ด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัย

1. ระบบมีการตรวจสอบสถานะผู้ใช้งาน
2. ระบบมีการเก็บรักษาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

จากนั้นได้ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีความพึงพอใจต่อระบบที่ได้นำเสนอมากกว่าร้อยละ 80

อภิปรายผล และข้อสรุป

ระบบบูรณาการข้อมูลการตรวจสอบคลื่นความถี่ ที่ได้นำเสนอในบทความวิชาการนี้ ได้ช่วยแก้ปัญหาที่อุปกรณ์แต่ละยี่ห้อที่ใช้งานในปัจจุบันที่วัดข้อมูลประเภทเดียวกัน แต่มีรูปแบบการเก็บข้อมูลไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกัน ให้สามารถเก็บข้อมูลให้มีรูปแบบเดียวกันลงในฐานข้อมูลกลางเดียวกัน ทำให้สะดวกในการสืบค้น สะดวกในการวิเคราะห์ปัญหา ทำให้เห็นข้อมูลจากสถานีวัดทั้งหมดในภาพรวม และทำให้มี

การเชื่อมโยงข้อมูลจากเครื่องมือวัดต่าง ๆ และช่วยแก้ปัญหาที่ขาดระบบการจัดเก็บข้อมูลอย่างบูรณาการจากการนำระบบไปใช้งานและได้ทดสอบกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศที่ได้นำเสนอมากกว่า 80% โดยมีแนวทางการดำเนินการต่อคือ ควรติดตั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ให้ครบทุกสถานี เพื่อให้ทุกสถานีสามารถนำข้อมูลมาบูรณาการได้อย่างสมบูรณ์ และนำการใช้เทคโนโลยี Big Data มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลหาความผิดปกติของการใช้งานคลื่นความถี่ต่อไป

ประโยชน์สาธารณะ

ระบบบูรณาการข้อมูลการตรวจสอบคลื่นความถี่ ที่ได้นำเสนอในบทความนี้ ช่วยให้เกิดประโยชน์แก่บุคคลต่าง ๆ เช่น เจ้าหน้าที่ กสทช. ได้เห็นข้อมูลผลการตรวจวัดคลื่นความถี่ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน หรือโมบายล์แอปพลิเคชัน ไม่จำเป็นต้องดูผ่านโปรแกรมเฉพาะของอุปกรณ์ และนำข้อมูลที่ได้จากการวัดมาเก็บรวบรวมไว้ที่ส่วนกลาง ในขณะที่ผู้ประกอบการกิจการโทรคมนาคมได้รับรู้คุณภาพของสัญญาณในบริเวณต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ตัดสินใจในการลงทุนขยายสถานีเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มพื้นที่การให้บริการ และประชาชนได้รับรู้ถึงคุณภาพของสัญญาณในบริเวณนั้น ๆ

บรรณานุกรม

- ราชกิจจานุเบกษา. (2543). พระบ.องค์การจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2543. เล่มที่ 117 ตอนที่ 16ก.
- Central Radio Management Service. *Monitoring*. Retrieved August 3, 2020, from <https://www.crms.go.kr/en/lay1/S192T203C206/contents.do>
- Kim, Y. H., Park, S. J., & Kweon, O. (2009). *Current Status of Radio spectrum Management Policy in Korea*. In 11th International Conference on Advanced Communication Technology. Gangwon-Do, South Korea.
- LS of South Africa Radio Communication Services (Pty) Ltd. (1999). *Company Profile LS of South Africa Radio Communication Services*. Retrieved August 15, 2020, from <https://www.lsofsa.co.za/pdfs/about/CompanyProfile.pdf>.
- LS telcom. (2009). *Customer News Magazine Edition*. Retrieved August 15, 2020, from <https://www.lstelcom.com/en/company/news/customer-magazine/>.
- Ofcom. (2005). *Automatic Monitoring System*. Retrieved August 3, 2020, from <https://www.ofcom.org.uk>.
- Ofcom. (2016). *BR16 – Safeguarding the Future*. Retrieved August 3, 2020, from http://www.fcs.org.uk/image_upload/files/Ofcom%20-%20FCS%20BR16.pdf.
- Shanghai Tejin Information Technology Co., Ltd. (2009). *UK nationwide Spectrum Monitoring*. Retrieved August 10, 2020, From <http://www.terjin.com/bbs/viewthread.php?tid=161>.