

การพัฒนาเครื่องมือทดสอบการเป็นไปตามข้อเสนอแนะของการเข้าถึงเนื้อหาของเว็บไซต์

DEVELOPMENT OF A TESTING TOOL ACCORDING TO WEB CONTENT ACCESSIBILITY GUIDELINES

ชานน ลิ้มวารรัตน์¹

ผศ.ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์²

บทคัดย่อ

โดยปกติการแสดงผลบนหน้าเว็บนั้นมักจะถูกออกแบบมาให้แสดงผลได้อย่างดีสำหรับผู้ใช้งานโดยทั่วไป อย่างไรก็ตามการทำให้หน้าเว็บสามารถแสดงผลได้สำหรับคนพิการนั้นได้มีข้อเสนอแนะจาก W3C ที่เรียกว่า WCAG เป็นกรอบแนะนำสำหรับการแสดงผลที่เหมาะสมกับคนพิการ อย่างไรก็ตามการตรวจสอบว่าเว็บไซต์ต่าง ๆ จะมีการแสดงผลเป็นไปตามข้อเสนอแนะของ WCAG ครบถ้วนหรือไม่นั้นจำเป็นต้องมีการตรวจสอบ ในงานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้งาน Selenium ซึ่งเป็นชุดซอฟต์แวร์ตรวจสอบการทำงานของเว็บไซต์โดยทั่วไปประยุกต์ทำงานร่วมกับ Axe-core ซึ่งมี API สำหรับการทำงานได้ตามข้อเสนอแนะ WCAG เพื่อให้สามารถใช้ในการขั้นตอนการตรวจสอบเว็บไซต์ของผู้พัฒนาเว็บไซต์ ผลการศึกษาพบว่าชุดคำสั่งที่พัฒนาสามารถใช้ตรวจสอบหน้าเว็บไซต์ได้ทุกหน้าโดยอัตโนมัติ และให้ผลการตรวจสอบที่ถูกต้อง ช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบเว็บไซต์ได้โดยง่าย

ABSTRACT

Typically, web page displays are designed to be user-friendly for the general public. However, ensuring web pages are accessible to people with disabilities requires adherence to the recommendations provided by the W3C known as WCAG. It is essential to verify whether websites comply with WCAG guidelines. This research presents the application of Selenium, a general-purpose web testing software, in conjunction with Axe-core, an API for WCAG guideline-based testing. This combination allows developers to check the accessibility of their websites. The study found that the developed command set can automatically and accurately assess every web page, making web accessibility testing more convenient and straightforward.

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

² ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

Keywords: Web Content Accessibility Guidelines, Automation Test

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบัน ตามรายงานของกรมสวัสดิการสังคม สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ ประจำปี 2562 และการสำรวจของสมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย ปี 2560 พบว่ามีจำนวนผู้พิการทางสายตาประมาณ 360,000 คน ทั่วประเทศไทย แต่เว็บไซต์ในปัจจุบันยังไม่เอื้ออำนวยสำหรับผู้พิการทางสายตา [2] ทางผู้วิจัยจึงได้มองเห็น ปัญหาถึงความยากลำบากในการเข้าถึงเว็บไซต์ เนื่องจากการออกแบบเว็บไซต์ยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับความ เข้าถึงสำหรับผู้พิการทางสายตา ซึ่งอาจทำให้ผู้พิการทางสายตาไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลหรือบริการที่มีบน เว็บไซต์ได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อการทำงานและการเรียนรู้ของผู้พิการทางสายตาด้วย ซึ่งใน ปัจจุบัน การสร้างเว็บไซต์ที่จะเข้าถึงง่ายสำหรับผู้พิการทางสายตาจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก โดยการสร้างเว็บไซต์ จะต้องมี WCAG เป็นมาตรฐานที่ช่วยให้ผู้พัฒนาเว็บไซต์สามารถออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ให้เข้าถึงได้ สำหรับทุกคนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการปฏิบัติตามมาตรฐาน WCAG จะช่วยเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงข้อมูล และบริการของเว็บไซต์ให้กับผู้พิการทางสายตา เหตุผลนี้จึงเป็นแรงจูงใจในการพัฒนาเว็บไซต์ที่สามารถ ตรวจสอบการเข้าถึงเนื้อหาเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถใช้งานได้ตามมาตรฐาน Web Content Accessibility Guidelines เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยเหลือนักพัฒนาและส่งเสริมให้การเข้าถึงเว็บไซต์เป็นเรื่องของทุกคนไม่ว่าจะเป็นคนปกติ หรือผู้พิการทางสายตา

แนวคิด และ ทฤษฎี

2.1 หลักการและมาตรฐาน Web Content Accessibility Guidelines

เป็นคำแนะนำและมาตรฐานที่ออกแบบมาเพื่อให้เว็บไซต์และแอปพลิเคชันสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ สะดวกสบายสำหรับผู้ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่มีความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีช่วยเหลือ เช่น ผู้ที่มีความ พิจารทางมองเห็นหรือการได้ยินเพื่อให้สามารถเข้าถึงเนื้อหาและฟังก์ชันของเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันได้ เท่ากับผู้ใช้ทั่วไป

มาตรฐานด้านการเข้าถึงนี้มาจากองค์กรและหน่วยงานต่างๆ ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสร้างและ ออกแบบเว็บไซต์และแอปพลิเคชันที่เข้าถึงได้สำหรับทุกคน ซึ่ง WCAG จะเป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาเพื่อให้ เนื้อหาเว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้ไม่ว่าจะเป็นผู้ที่มีความพิการหรือผู้ที่ไม่ได้พิการ มาตรฐานนี้ได้รับการพัฒนาและ ควบคุมโดยกลุ่มงาน W3C เพื่อให้เป็นเกณฑ์ที่เชื่อถือได้สำหรับความสามารถในการเข้าถึงที่เป็นที่ยอมรับใน ระดับสากล [1]

มาตรฐาน WCAG ถูกพัฒนาโดย W3C ร่วมกับบุคคลและองค์กรจากทั่วโลก เพื่อสร้างมาตรฐานร่วมสำหรับการเข้าถึงเนื้อหาบนเว็บที่ตอบสนองความต้องการของบุคคล องค์กร และรัฐบาลทั่วโลก อีกทั้งยังออกแบบให้สามารถใช้กับเทคโนโลยีเว็บต่าง ๆ ในปัจจุบันและในอนาคต และสามารถทดสอบได้ด้วยการทดสอบอัตโนมัติและการประเมินโดยมนุษย์ แต่ WCAG ยังพบความยากลำบากในการกำหนดเกณฑ์เพิ่มเติมเพื่อตอบสนองความบกพร่อง ทางการรับรู้ การใช้ภาษา และการเรียนรู้ รวมถึงกำหนดเวลาในการพัฒนา[1]

การเข้าถึงเว็บไม่เพียงแต่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่เข้าถึงได้ แต่ยังขึ้นอยู่กับเบราว์เซอร์และเครื่องมือผู้ที่ใช้เข้าถึงได้ เครื่องมือในการพัฒนามีบทบาทสำคัญในการเข้าถึงเว็บด้วย

WCAG ประกอบด้วยหลักการ 4 ข้อ ในแต่ละหลักการจะมีคำแนะนำและกฎเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและการใช้งานเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน บ่งบอกได้ดังนี้

- Perceivable : การทำให้เนื้อหาบนเว็บไซต์และแอปพลิเคชันสามารถรับรู้ได้ง่าย ซึ่งรวมถึงการให้เนื้อหาที่มีความหลากหลายและตรงประเด็นสำหรับผู้ที่มีพิการทางสายตา เช่น การใช้ข้อความเพื่ออธิบายรูปภาพ, การใช้สื่อเสียงหรือคำบรรยายสำหรับวิดีโอ, และการออกแบบเว็บไซต์เพื่อให้สามารถขยายขนาดตัวอักษรได้[1]
- Operable : การทำให้เว็บไซต์และแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้สะดวก เช่น การให้คีย์บอร์ดเป็นตัวเลือกในการนำทาง, การป้องกันการโหว้ป้อพอัพที่ไม่ต้องการ, และการทำให้ลิงก์และองค์ประกอบสื่อมีขนาดเพียงพอให้สามารถแตะด้วยนิ้วหรือดากล้อง[1]
- Understandable : การทำให้เว็บไซต์และแอปพลิเคชันเข้าใจได้ง่ายๆ โดยให้คำแนะนำและสถานะที่ชัดเจนเกี่ยวกับการใช้งาน และลดความสับสน ในการใช้งาน เช่น การใช้คำอธิบายสั้นๆ สำหรับข้อความซับซ้อน, การออกแบบแบบฟอร์มให้เข้าใจได้ง่าย, และการทำให้แนะนำการใช้งานเว็บไซต์มีประสิทธิภาพ[1]
- Robust : ความคงทนในการทำงานกับต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์ที่ต่างกัน เพื่อให้เว็บไซต์และแอปพลิเคชันยังคงทำงานอย่างถูกต้องแม้ว่าเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์จะมีการเปลี่ยนแปลง โดยรวมถึงการใช้มาตรฐานเปิดสำหรับเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน เพื่อให้มีความคงในการใช้งาน[1]

2.2 หลักการของ Automation test

Automation Test คือ การใช้เครื่องมือหรือโปรแกรมเพื่อทำการทดสอบซอฟต์แวร์โดยอัตโนมัติ โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทดสอบและลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการทดสอบด้วยมนุษย์เองซึ่งจะมีข้อดีและข้อเสียดังนี้

ตารางที่ 1. ข้อดีและข้อเสียของ Automation Test

ข้อดี	ข้อเสีย
เป็นการทดสอบที่รวดเร็ว	มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการสร้าง test scripts
ข้อผิดพลาดในการ run test น้อยกว่าคน	ต้องการเทคโนโลยีอื่นในการพัฒนา เช่น Automation framework
สามารถชี้วัดคุณภาพของซอฟต์แวร์ได้อย่างรวดเร็ว	ทีมพัฒนาต้องเข้าใจและมีความสามารถเกี่ยวกับ Automation
สร้างความน่าเชื่อถือให้กับซอฟต์แวร์	มี Cost ในการ Maintenance test scripts

2.3 หลักการในการทดสอบซอฟต์แวร์

หลักการในการทดสอบจะมีกระบวนการในการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และติดตามผล ซึ่งการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อให้สามารถเป็นไปตามความต้องการ และตรวจสอบความถูกต้องว่าซอฟต์แวร์ที่ส่งมอบนั้นมีประสิทธิภาพตามที่ผู้ใช้งานคาดหวังไว้

2.4 Axe Developer Tool [2]

เครื่องมือสำหรับพัฒนาเว็บไซต์และแอปพลิเคชันเว็บที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาการเข้าถึงของผู้ใช้พิการและผู้ที่มีความจำเป็นในการใช้งานพิเศษ เครื่องมือนี้ช่วยให้นักพัฒนาเว็บสามารถตรวจสอบในด้านการเข้าถึงและใช้งานของเว็บไซต์และแอปพลิเคชันของพวกเขา Axe Developer Tool จะทำงานโดยตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ บนเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันเว็บเพื่อหาปัญหาเกี่ยวกับความเข้าถึง มันจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับข้อผิดพลาดที่พบและแนะนำวิธีแก้ไขเพื่อให้เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน เพื่อให้ นักพัฒนาสามารถพัฒนาได้ไปตามกฎเกณฑ์ มาตรฐาน WCAG ได้อย่างถูกต้อง[2]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเว็บไซต์การท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุตามแนวทางที่ทุกคนเข้าถึงได้(WCAG) และหลักการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design)

นางสาวศิรินทร์ รอมาลี จากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาเว็บไซต์การท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุตามแนวทางที่ทุกคนเข้าถึงได้ WCAG และ Universal Design มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อพัฒนาเว็บไซต์การท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุให้เป็นไปตามแนวทางการพัฒนาเว็บไซต์ที่ทุกคนเข้าถึงได้ WCAG และ Universal Design และเพื่อประเมินคุณภาพ เว็บไซต์การท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุตามแนวทางที่ทุกคนเข้าถึงได้ WCAG และ Universal Design [2]

ระบบสารสนเทศบนเว็บและแอนดรอยด์สำหรับคลินิกผู้มีบุตรยาก[3]

เนืองวงศ์ ทวยเจริญ และ วรณิศา หมวดชนะ จากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปได้ว่าระบบสารสนเทศบนเว็บสามารถเข้าถึงต้องการใช้งานของบุคคลได้ง่ายและสะดวกทำให้ผู้วิจัยได้ศึกษาทิศทางการพัฒนาระบบไปทางการใช้งานบนเว็บไซต์ระบบเว็บสำหรับแสดงรูปภาพแผนที่ระบบขนส่งสาธารณะและค้นหาเส้นทางรถสาธารณะในกรุงเทพมหานคร[4]

เนืองวงศ์ ทวยเจริญ สรไกร บัวแก้ว และวัฒนา เทียมกลาง จากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปได้ว่าระบบเว็บสำหรับแสดงรูปภาพแผนที่ระบบขนส่งสาธารณะและค้นหาเส้นทางรถสาธารณะในกรุงเทพมหานคร ได้เลือกการใช้งานในรูปแบบเว็บไซต์เพื่อค้นหาเส้นทางรถสาธารณะที่สั้นที่สุดและใช้เวลาน้อยที่สุดเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน

3. วิธีการดำเนินงาน

ภาพรวมของระบบนี้ถูกจัดทำเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำโดเมนมาตรวจสอบข้อผิดพลาดของเว็บไซต์ว่ามีข้อผิดพลาดโดยจะตรวจสอบตามมาตรฐาน WCAG โดยจะจัดทำในรูปแบบเว็บไซต์ ซึ่งการทำงานจะเริ่มจากการนำโดเมนมาเปิดและให้ Selenium หา Hyperlink Reference ที่มีทั้งหมดแล้วนำมาคัดกรองเพื่อเลือก Hyperlink Reference ที่อยู่ภายใต้โดเมนข้างต้นและจะนำโดเมนที่ได้มาเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบไปที่ละโดเมน

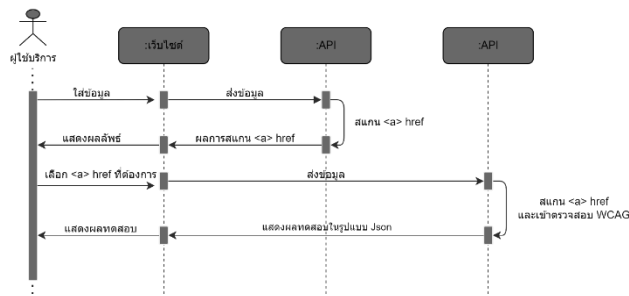
3.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานเพื่อเป็นกรอบการดำเนินงานวิจัยเพื่อให้เสร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งใช้เป็นแนวทางปฏิบัติงาน เริ่มจากการค้นคว้าแนวคิด กำหนดขอบเขตของงาน เสร็จแล้วจึงไปออกแบบระบบที่จะพัฒนา ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไข

แผนการดำเนินงาน	ค.ค. - พ.ย. 64	ธ.ค. 64 - ม.ค. 65	ก.พ. - มี.ค. 65	เม.ย. - พ.ค. 65
ศึกษาค้นคว้าแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง				
กำหนดขอบเขตของงาน				
ออกแบบระบบที่จะพัฒนา				
พัฒนาระบบ				
ปรับปรุงและแก้ไขระบบ				
สรุปผลการทดลองและนำเสนอ				

รูปที่ 1. Timeline ในการพัฒนาระบบ

3.2 การออกแบบระบบ

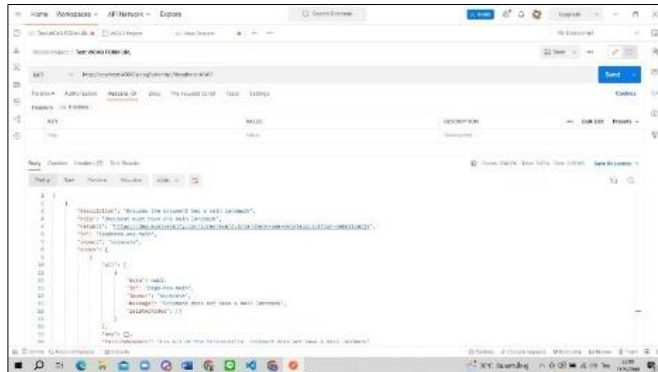


รูปที่ 2. Sequence Diagram

3.3 วิธีการพัฒนา

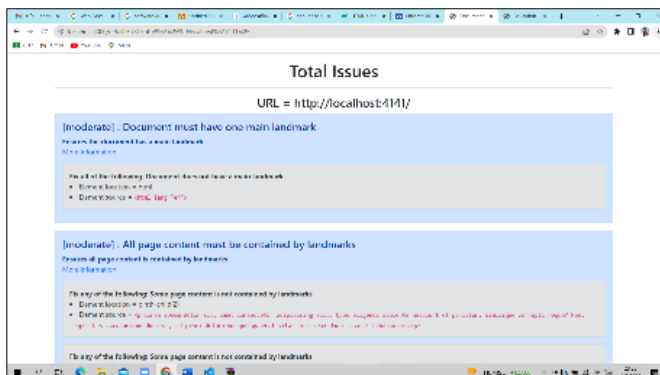
เริ่มจากได้ศึกษากับตัวมาตรฐานของ WCAG ได้พบว่าการทำ Automation Testing ได้มีการนำ Axe-core มาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องว่าตรงมาตรฐานของ WCAG ซึ่ง Axe - core คือเครื่องมือทดสอบการช่วยสำหรับการเข้าถึงสำหรับเว็บ HTML อื่นๆ ซึ่งรวดเร็ว ปลอดภัย น้ำหนักเบา และสร้างขึ้นเพื่อทดสอบเกี่ยวกับการเข้าถึงสำหรับทุกคนควบคู่ไปกับ Automation Testing โดยมีกฎประเภทต่างๆ ในปัจจุบันจะมีทั้ง 2 เวอร์ชันคือ WCAG 2.0 และ WCAG 2.1 และในทุกเวอร์ชันจะมีระดับการตรวจสอบ A และ AA เพื่อเป็นไปตามมาตรฐานของ WCAG

เราจึงนำ Axe-core มาใช้งานร่วมกับ Selenium เพื่อทำเป็น API ในการแสดงผลว่า Domain ที่ได้รับเข้ามานั้น มีจุดบกพร่องที่ไม่ตรงตามมาตรฐานของ WCAG อย่างไรและสามารถบอกตำแหน่งที่ควรแก้ไขได้



รูปที่ 3. API Test WCAG By URL

และในส่วนของเราเว็บไซต์เราได้ศึกษาภาษาการเขียนโปรแกรมใดที่สามารถเขียนได้ทั้งเว็บไซต์ และ API ด้วยภาษาเดียว จึงได้เลือกใช้ภาษา JAVA Script โดยมี HTML และ CSS มาเป็นตัวเป็นหน้าตาของ Website ออกมาให้สวยงาม ด้วยผู้วิจัยได้ออกแบบหน้า Website และใช้ Express.js มาเป็นตัวช่วยในการพัฒนา API



รูปที่ 4. หน้าแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ

4. ผลการทดลอง

ในบทนี้กล่าวถึงผลการทดสอบของงานวิจัยโดยเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของงานวิจัย โดยมีการทดสอบ ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบการสแกน Hyperlink Reference หลายรูปแบบ จาก URL

โดยทางผู้วิจัยได้สร้าง Project Web มาหนึ่งชุด โดยกำหนดให้มี Hyperlink Reference หลายรูปแบบ และทำงานบน localhost และทดสอบว่า สามารถ หา Hyperlink Reference ตาม URL ที่กำหนดได้

```
DevTools listening on ws://127.0.0.1:51883/devtools/browser/7f429091-9e2f-4c73-aef4-5790a0c5ef20
[
  'http://localhost:4141/',
  'http://localhost:4141/about',
  'http://localhost:4141/education',
  'http://localhost:4141/workexperience',
  'http://localhost:4141/blog',
  'http://localhost:4141/contact'
]
```

รูปที่ 5. ผลลัพธ์การทดสอบหา Hyperlink Reference กับ Project Web สำหรับทดสอบ

4.2 ผลการทดสอบ WCAG ของงานวิจัยกับ Extension axe developer tool

การทดสอบ Automation Testing ได้มีนำ Axe-core มาใช้ในการตรวจสอบและทำงานบน localhost โดยเปรียบเทียบกับ Extension axe developer tool โดยผลการทดลองออกมาเป็นดังนี้

ตารางที่ 3. ผลการทดสอบ WCAG ตามจำนวนที่พบข้อผิดพลาด

ผลการทดสอบ WCAG ตามจำนวนที่พบข้อผิดพลาด		
URL	งานวิจัย	AXE Developer Tool
http://localhost:8080/	4	5
http://localhost:8080/about	3	3
http://localhost:8080/education	8	8
http://localhost:8080/workexperience	20	20
http://localhost:8080/blog	3	3
http://localhost:8080/contact	2	3
รวม	40	42

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ Automation Testing ได้มีนำ Axe-core มาใช้ในการตรวจสอบ โดยเปรียบเทียบกับ Extension axe developer tool มีถูกต้องไปถึง 95.238%

4.3 การคำนวณที่ได้รับจากการทดลอง

เป็นการนำค่าที่บันทึกได้มาคำนวณเพื่อนำไปเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ผลการทำงานของโปรแกรม ซึ่งการคำนวณหาเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องตามอ้างอิงกับโปรแกรมตัวอย่าง ผลเท่ากับ 95.238

$$\text{สัดส่วน (Ratio)} = \frac{\text{คะแนนจากการทดสอบ } A}{\text{คะแนนจากการทดสอบ } B} \times 100$$

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

เนื้อหาบทนี้ได้อธิบายสรุปถึงผลการดำเนินงานการทำงานของงานวิจัยว่าสามารถทำงานตามขอบเขตที่กำหนดไว้และตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น การสรุปงานวิจัย สรุปผลการทดลอง และ ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปงานวิจัย

จากปัญหาที่ได้กล่าวไปข้างต้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นปัญหาต่อการพัฒนาเว็บไซต์ที่ดีขึ้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้ทุกคนไม่ว่าจะเป็นบุคคลทั่วไปหรือผู้พิการทางสายตาหรือผู้พิการทางการได้ยิน

ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาวิจัยนี้ โดยอาศัย การพัฒนาเว็บไซต์ร่วมกับทฤษฎี Automation Testing เพื่อ ให้งานวิจัยออกมาสามารถตอบโจทย์ในการตรวจสอบมาตรฐาน WCAG และง่ายต่อการพัฒนาเว็บไซต์ของนักพัฒนา

ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถดำเนินการตามขอบเขตวิจัยและวัตถุประสงค์ได้ ทั้งหมด โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนส่วนแรกคือการทดสอบการสแกน hyperlink Reference หลายรูปแบบจาก URL สามารถทำงานได้ 100% และการทดสอบมาตรฐาน WCAG และเปรียบเทียบกับ Extension axe developer tool ซึ่งผลออกมาสามารถทำงานได้ใกล้เคียงถึง 95.238% ซึ่งเป็นผลที่ อยู่ในเกณฑ์ที่ดี และยังสามารถทำได้ตามขอบเขตและวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังนี้

- ตรวจสอบโครงสร้าง HTML ให้เป็นไปตาม WCAG
- สามารถตรวจสอบได้จาก URL
- สามารถตรวจจับและตรวจสอบจาก URL ทั้งหมดจากหน้าที่เปิด
- สามารถตรวจสอบจุดบกพร่องการเว็บไซต์ที่ไม่ตรงตาม WCAG
- สามารถเพิ่มความสะดวกต่อการเข้าถึงเนื้อหาใช้งานเว็บไซต์สำหรับคนทุกคน

5.2 สรุปผลการทดลอง

ดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการทดสอบว่างานวิจัยสามารถทำงานได้ตามที่คาดหวังไว้หรือไม่โดยมีเกณฑ์ในการทดสอบอยู่ทั้งหมด 2 อย่าง คือ เรื่องการสแกนตัว Hyperlink Reference และ เรื่องการสอบ WCAG ของงานวิจัย และ Extension axe developer tool ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

- ทดสอบการสแกน Hyperlink Reference หลายรูปแบบ จาก URL และทำงานบน localhost ผลออกมาสามารถทำงานได้ 100 %
- ทดสอบ WCAG ของงานวิจัยกับ Extension axe developer tool URL ผลออกมาสามารถทำงานได้ใกล้เคียงถึง 95.238%

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากงานวิจัยนี้ยังเป็นการทดสอบกับเว็บไซต์ตัวอย่างในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะเพิ่มจำนวนเว็บไซต์ในการทดสอบให้มากขึ้น
2. ในงานวิจัยนี้การทดสอบการเปรียบเทียบการทำงานยังมีการเปรียบเทียบกับเครื่องมือใดเครื่องมือหนึ่งในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะเพิ่มการทดสอบการเปรียบเทียบการทำงานให้มากขึ้น
3. ควรมีการศึกษาปัจจัยการทำงานอื่นๆ ที่คาดว่าจะส่งผลให้งานวิจัยสามารถทำงานได้ดีขึ้นเพื่อในการวิจัยครั้งต่อไปสามารถแก้ไขและปรับปรุงให้งานวิจัยสำเร็จได้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ปริญญช ทองประกอบ, ญาใจ ลีมีปะกรณ์ . (2557). *การเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถการเข้าถึงข้อมูลบนเว็บไซต์สำหรับผู้พิการทางสายตา*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พงศ์พร รักษ์ย่อ (2560). รายงานข้อมูลสถานการณ์ด้านคนพิการในประเทศไทย ณ วันที่ 31 มีนาคม 2560 กรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ . สืบค้น 16 เมษายน 2566, จาก https://www.m-society.go.th/ewtadmin/ewt/MSO_WEB_NEW/news_view.php?nid=19324

วรรณิศา หมวดชนะ. (2560). ระบบสารสนเทศบนเว็บและแอนดรอยด์สำหรับคลินิกผู้มีบุตรยาก. เลข: งานประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9 (9th ECTI-CARD 2017), โรงแรม เชียงคาน ริเวอร์ เม้าท์เทน

ศิรินทร์ รอมาลี. (2562). การพัฒนาเว็บไซต์การท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุตามแนวทางที่ทุกคนเข้าถึงได้ WCAG และหลักการออกแบบเพื่อทุกคน(Universal Design) .กรุงเทพมหานคร :มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สรไกร บัวแก้ว, วัฒนา เทียมกลาง. (2560). ระบบเว็บสำหรับแสดงรูปภาพแผนที่ระบบขนส่งสาธารณะและค้นหาเส้นทางรถสาธารณะใน กรุงเทพมหานคร (A Web-based Application for Bangkok Public Transportation Map Image and Route Planning). เลข: งานประชุม วิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 9 (9th ECTI-CARD 2017), โรงแรม เชียงคาน ริเวอร์ เม้าท์เทน

ภาษาต่างประเทศ

Deque. (2566). *Accessibility Audits and Compliance Testing*. สืบค้น 25 มิถุนายน 2563 จาก
<https://www.deque.com/services/>

W3C. (2562). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. สืบค้น 21 มิถุนายน 2563 จาก
<https://www.w3.org/TR/WCAG21/>