

ส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถการเข้าถึงเว็บ
สำหรับผู้พิการทางสายตา



นายสิทธิพร อัจฉริยบุตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR) are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

BROWSER EXTENSION TO IMPROVE
WEB ACCESSIBILITY FOR VISUALLY IMPAIRED

Mr. Sittiporn Autchariyabut



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Software Engineering

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถการ
เข้าถึงเว็บ สำหรับผู้พิการทางสายตา

โดย

นายสิทธิพร อัจฉริยบุตร

สาขาวิชา

วิศวกรรมซอฟต์แวร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร. ญาใจ ลี้มปิยะกรณ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. บุญเสริม กิจศิริกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. ญาใจ ลี้มปิยะกรณ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร. ภาสกร อภิรักษ์วรพินิต)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สิทธิพร อัจฉริยบุตร : ส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถการเข้าถึงเว็บ สำหรับ ผู้พิการทางสายตา. (BROWSER EXTENSION TO IMPROVE WEB ACCESSIBILITY FOR VISUALLY IMPAIRED) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. ญาใจ ลิ้มปิยะกรณ์, 69 หน้า.

ความสามารถการเข้าถึงเว็บ หมายถึง การที่ผู้พิการสามารถใช้งานเว็บได้ ทั้งยังครอบคลุมประโยชน์ที่เกิดกับผู้สูงอายุและผู้อาศัยในพื้นที่ห่างไกลความเจริญ เว็บไซต์ส่วนมากในปัจจุบันมักมีอุปสรรคการเข้าถึงทำให้มีความยากลำบากหรือเป็นไปได้ที่ผู้พิการจะสามารถใช้งานเว็บนั้นได้ การริเริ่มความสามารถเข้าถึงเว็บ (ดับบลิวเอไอ) เป็นหน่วยงานเริ่มต้นความพยายามในการปรับปรุงความสามารถการเข้าถึงเว็บไซต์เว็บสำหรับผู้พิการ บทบาทหนึ่งของดับบลิวเอไอ คือ การพัฒนาแนวทางและเทคนิคต่างๆ ซึ่งอธิบายแนวทางแก้ไขความสามารถการเข้าถึงสำหรับซอฟต์แวร์เว็บและนักพัฒนาเว็บ เว็บไซต์ที่รองรับความสามารถการเข้าถึงจะก่อประโยชน์ให้กับทุกคนและคุ้มค่าการลงทุน เนื่องจากมีความได้เปรียบในการแข่งขันอย่างเด่นชัดรวมทั้งเป็นการเพิ่มคุณค่าอย่างแท้จริงแก่ชุมชนทั่วโลก บทความนี้นำเสนอการพัฒนาส่วนต่อขยายบราวเซอร์ไฟร์ฟอกซ์เพื่อปรับเปลี่ยนเอชทีเอ็มแอลเพจของเว็บแอปพลิเคชันที่มีอยู่แล้ว โดยอ้างอิงข้อเสนอแนะของแนวทางความสามารถเข้าถึงเนื้อหาเว็บ (ดับบลิวซีเอจี) 2.0 กระบวนการปรับเปลี่ยนหน้าเอชทีเอ็มแอลประกอบด้วยสองขั้นตอนหลัก เริ่มจากการประเมินเอชทีเอ็มแอลแท้ที่สื่กับจุดตรวจสอบที่กำหนดไว้ในกฎเอ็กซ์พาธ 2.0 ในกรณีที่เอชทีเอ็มแอลอีลีเมนต์ที่ไม่เป็นไปตามข้อเสนอแนะดับบลิวซีเอจี 2.0 ตำแหน่งดังกล่าวจะถูกส่งไปปรับเปลี่ยนโดยกฎการแก้ไขในจาวาสคริปต์ในขั้นตอนต่อไป เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์ความสำเร็จของดับบลิวซีเอจี 2.0 มีการยกตัวอย่างการปรับแก้ความสามารถการเข้าถึงเว็บ และประเมินความถูกต้องของการระบุอุปสรรคความสามารถการเข้าถึงของส่วนต่อขยายบราวเซอร์เปรียบเทียบกับเครื่องมือประเมินความสามารถการเข้าถึงเว็บที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2556

5571001121 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS: WEB ACCESSIBILITY / ASSISTIVE TECHNOLOGY / OPEN SOURCE /
VISUALLY IMPAIRED

SITTIPORN AUTCHARIYABUT: BROWSER EXTENSION TO IMPROVE WEB ACCESSIBILITY FOR VISUALLY IMPAIRED. ADVISOR: ASSOC. PROF. YACHAI LIMPIYAKORN, Ph.D., 69 pp.

Web accessibility means that people with disabilities can use the web. Web accessibility also benefits others including older people, and people in the rural areas. Currently, most websites have accessibility barriers that make it difficult or impossible for many people with disabilities to use the web. The Web Accessibility Initiative (WAI) was launched as an effort to improve the accessibility of the World Wide Web for people with disabilities. One of the roles of WAI is to develop guidelines and techniques that describe accessibility solutions for web software and web developers. A website optimized for accessibility will benefit everyone and worth investment as it gains a distinct competitive advantage and adds real value to the global community. This article presents the implementation of Firefox browser extension to adjust the HTML pages of existing web applications based on the recommendation of Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. The HTML adjustment is processed with two major steps, starting with the evaluation of HTML tags against the checkpoints defined as XPath 2.0 rules. In case the HTML element is nonconformance to WCAG 2.0, its location will then be returned to JavaScript for adjustments using the fixing rule satisfying the WCAG 2.0 success criteria. Examples of web accessibility adjustments are demonstrated. The browser extension is assessed compared to a well-known web accessibility evaluation tool, for the correctness of identifying accessibility barriers.

Department: Computer Engineering Student's Signature

Field of Study: Software Engineering Advisor's Signature

Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร. ญาใจ ลิ้มปิยะกรรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาอันดีจากอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล และดร.ภาสกร อภิรักษ์วรพินิต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้อง ที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนช่วยเหลือในด้านต่างๆ กราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ให้ผู้วิจัยจนสามารถทำวิทยานิพนธ์นี้ได้สำเร็จ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยได้ให้กำลังใจและความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวถึง คุณประโยชน์และคุณค่าอันเกิดจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอบแต่บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	1
สารบัญรูปภาพ.....	ข
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.7 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์.....	3
1.8 ลำดับการจัดเรียงเนื้อหาในวิทยานิพนธ์.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1.1 WCAG 2.0 - Web Content Accessibility Guideline [1].....	4
2.1.2 WAI-ARIA - Accessible Rich Internet Application [4]	6
2.1.3 HTML DOM – Hypertext Markup Language Document Object Model [5]...	8
2.1.4 เอกซ์พาท XPath [6]	10
2.1.5 โอซีอาร์ Optical Character Recognition (OCR) [7] [8].....	11
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
2.2.1 Dynamic injection of WAI-ARIA into Web content [10].....	12
2.2.2 Web Accessibility Improvement Tool [11]	13
2.2.3 WCAG Formalization with W3C Standards [12]	14
บทที่ 3 แนวทางการวิจัย.....	15

3.1 ภาพรวมของแนวทางในการสร้างส่วนต่อขยายบราวเซอร์.....	15
3.2 แนวทางการระบุตัวตรวจสอบและแนวทางการแก้ไขเอชทีเอ็มแอล	18
3.2.1 การสร้างตัวตรวจสอบด้วยเอกซ์พาส	20
3.2.2 แนวทางการสร้างตัวแก้ไขและปรับปรุง	21
3.3 แนวทางการสร้างระบบไอซีอาร์	23
3.3.1 ภาพรวมของแนวทางการสร้างระบบไอซีอาร์.....	23
3.3.2 แนวทางการเตรียมข้อมูลนำเข้าไอซีอาร์.....	23
บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนาระบบ	25
4.1 ข้อกำหนดเบื้องต้นของระบบ	25
4.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ	25
4.2.1 ความต้องการเชิงหน้าที่ (Functional Requirements).....	25
4.2.2 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram).....	26
4.2.3 คำอธิบายยูสเคส	27
4.3 การออกแบบระบบ.....	33
4.3.1 ภาพรวมของระบบ	33
4.3.2 สถาปัตยกรรมของส่วนต่อขยาย.....	35
4.4 ขั้นตอนการพัฒนาระบบ	35
4.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	35
4.4.2 การติดตั้งซอฟต์แวร์ในการพัฒนาระบบ.....	36
4.4.3 การสร้างโครงสร้างของโครงการ (Project).....	37
4.4.4 การสร้างตัวประมวลผลเอกซ์พาสสำหรับจาวาสคริปต์.....	38
4.4.5 การตั้งค่าส่วนต่อขยายเพื่อติดต่อไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์.....	38
4.4.6 การพัฒนาไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์	39
4.4.6.1 การพัฒนาตัวเตรียมข้อมูลนำเข้าไอซีอาร์	40
4.4.7 การรวมชุดเอกซ์พีไอสำหรับใช้ติดตั้ง.....	40
4.4.8 การพัฒนาส่วนต่อประสาน	41
บทที่ 5 การทดสอบและประเมินผลระบบ	42

5.1 การทดสอบระบบ	42
5.2 การประเมินผลระบบ	47
5.2.1 ประเมินผลกับเว็บไซต์ที่ 1.....	47
5.2.2 ประเมินผลกับเว็บไซต์ที่ 2.....	52
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	56
6.1 สรุปผลการวิจัย	56
6.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	56
6.3 ข้อจำกัด	57
6.4 แนวทางในการวิจัยต่อ.....	57
รายการอ้างอิง	58
ภาคผนวก.....	59
ภาคผนวก ก. การใช้งานชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาส่วนต่อขยายไฟร์ฟอกซ์.....	60
ภาคผนวก ข. การประเมินเว็บเพจโดยใช้เว็บไซต์ เอเช็คเกอร์.....	64
ภาคผนวก ค. การปฏิบัติงานซอฟต์แวร์ช่วยอ่านหน้าจอจอร์.....	67
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	69

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 คำอธิบายของแอตทริบิวต์บทบาท.....	7
ตารางที่ 2 คำอธิบายของแอตทริบิวต์สถานะ.....	8
ตารางที่ 3 เกณฑ์ความสำเร็จที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....	18
ตารางที่ 4 นิพจน์เอกซ์พาร์ที่กำหนดใช้ในงานวิจัย.....	20
ตารางที่ 5 แนวทางการปรับปรุงด้วยส่วนต่อขยาย.....	21
ตารางที่ 6 ข้อมูลนำเข้าของระบบโอซีอาร์.....	23
ตารางที่ 7 ข้อมูลส่งกลับของระบบโอซีอาร์.....	23
ตารางที่ 8 ความต้องการเชิงหน้าที่ของระบบ.....	25
ตารางที่ 9 คำอธิบายยูสเคส Xpath checker rules.....	27
ตารางที่ 10 คำอธิบายยูสเคส Correct HTML DOM.....	27
ตารางที่ 11 คำอธิบายยูสเคส Contrast Control.....	28
ตารางที่ 12 คำอธิบายยูสเคส Alternative tag.....	28
ตารางที่ 13 คำอธิบายยูสเคส DOM Observer.....	29
ตารางที่ 14 คำอธิบายยูสเคส Flash content.....	29
ตารางที่ 15 คำอธิบายยูสเคส Table of content.....	30
ตารางที่ 16 คำอธิบายยูสเคส Bold To Strong.....	30
ตารางที่ 17 คำอธิบายยูสเคส Italic to span.....	31
ตารางที่ 18 คำอธิบายยูสเคส Remove Marquee.....	31
ตารางที่ 19 คำอธิบายยูสเคส Emotion Text.....	32
ตารางที่ 20 คำอธิบายยูสเคส Meta refresh.....	32
ตารางที่ 21 คำอธิบายยูสเคส Stop Video and audio.....	32
ตารางที่ 22 คำอธิบายยูสเคส Insert WAI-ARIA.....	33
ตารางที่ 23 ชุดคำสั่งที่ใช้ในส่วนต่อขยาย.....	41
ตารางที่ 24 กรณีทดสอบและผลการทดสอบของระบบ.....	42
ตารางที่ 25 กรณีทดสอบและผลการทดสอบของระบบ.....	45
ตารางที่ 26 คีย์ที่ใช้ในการควบคุมซอฟต์แวร์ช่วยอ่านหน้าจอจอร์วี.....	67

สารบัญญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 การจำแนกเกณฑ์ความสำเร็จของแต่ละแนวทาง	5
รูปที่ 2 การสื่อสารกันระหว่างเครื่องมืออำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการกับเว็บไซต์ [4].....	6
รูปที่ 3 การกำหนดบทบาทให้กับเอชทีเอ็มแอล	7
รูปที่ 4 การกำหนดสถานะให้กับเอชทีเอ็มแอล	7
รูปที่ 5 ต้นไม้ของเอชทีเอ็มแอลคอม [5]	9
รูปที่ 6 ตัวอย่างโครงสร้างภาษาเอชทีเอ็มแอล	9
รูปที่ 7 โครงสร้างของ เอกสารเอกซ์เอ็มแอล	10
รูปที่ 8 เส้นทางการไหลของเอกซ์พาร์.....	11
รูปที่ 9 ตัวอย่างภาพนำเข้าเพื่อใช้ประมวลผลด้วยไอซีอาร์.....	12
รูปที่ 10 แผนภาพกระบวนการการแทรกโค้ด [10].....	13
รูปที่ 11 แผนภาพขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของเอชทีเอ็มแอล [11].....	13
รูปที่ 12 ภาพรวมขั้นตอนการทำงานของส่วนต่อขยายบนบราวเซอร์	15
รูปที่ 13 การร้องขอและตอบกลับของโปรโตคอลเอชทีทีพี	16
รูปที่ 14 การดักเก็บข้อมูลของส่วนต่อขยาย.....	16
รูปที่ 15 ขั้นตอนการปรับปรุงเอชทีเอ็มแอล.....	16
รูปที่ 16 โครงสร้างของเอชทีเอ็มแอลคอมพร้อมใช้	17
รูปที่ 17 การแสดงผลคอมพร้อมใช้ร่วมกันกับคอมโพลด์ในขั้นตอนการแสดงผล	17
รูปที่ 18 แผนภาพคลาสของแนวทางดับริวิซีเอจี้กับส่วนต่อขยาย	20
รูปที่ 19 ตัวอย่างการเขียนจาวาสคริปต์ในส่วนต่อขยายเพื่อแก้ไขเอชทีเอ็มแอล.....	21
รูปที่ 20 การรับส่งข้อมูลระหว่างส่วนต่อขยายและไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์	23
รูปที่ 21 แผนภาพยูสเคสความต้องการของระบบ.....	26
รูปที่ 22 แผนภาพส่วนประกอบของไอซีอาร์กับส่วนต่อขยาย	34
รูปที่ 23 การส่งข้อมูลระหว่างส่วนต่อขยายกับไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์.....	34
รูปที่ 24 รูปสถาปัตยกรรมของส่วนต่อขยาย	35
รูปที่ 25 โครงสร้างที่ถูกต้องของโครงการ	37
รูปที่ 26 ตัวประมวลผลเอกซ์พาร์ที่ถูกสร้างขึ้นจากจาวาสคริปต์.....	38
รูปที่ 27 สคริปต์ที่ใช้ติดต่อไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์	38
รูปที่ 28 การใช้งานไอซีอาร์ด้วยภาษาพีเอชพี	39
รูปที่ 29 การตั้งค่าเบื้องต้นของการเตรียมข้อมูลนำเข้าไอซีอาร์	40
รูปที่ 30 การขึ้นข้อความต้อนรับของชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา.....	40

รูปที่ 31 ไอคอนของส่วนต่อขยายบนแถบส่วนเสริมของเว็บเบราว์เซอร์.....	41
รูปที่ 32 หน้าเว็บเพจก่อนใช้ส่วนต่อขยาย 1.....	47
รูปที่ 33 หน้าจอผลการตรวจสอบเอชทีเอ็มแอลคอมกับเว็บไซต์เอซีเคเกอร์.....	48
รูปที่ 34 หน้าจอผลลัพธ์ในการตรวจสอบของส่วนต่อขยาย.....	48
รูปที่ 35 แท้กรูปภาพก่อนทำการแก้ไข.....	49
รูปที่ 36 แท้กรูปภาพหลังจากการแก้ไขด้วยส่วนต่อขยาย.....	49
รูปที่ 37 หน้าเว็บเพจหลังการเปลี่ยนสีเว็บเพจ.....	50
รูปที่ 38 เครื่องมือปรับขนาดตัวอักษร และสารบัญเว็บเพจ.....	50
รูปที่ 39 การกำหนดบทบาทให้กับอิลิเมนต์ปุ่มกด.....	51
รูปที่ 40 การกำหนดบทบาทให้กับอิลิเมนต์ภาพเคลื่อนไหว.....	51
รูปที่ 41 หน้าเว็บเพจก่อนใช้ส่วนต่อขยาย 2.....	52
รูปที่ 42 หน้าเว็บเพจหลังจากหยุดการทำงานของเนื้อหาที่มีการกระพริบ.....	53
รูปที่ 43 หน้าเว็บเพจหลังการเปลี่ยนสีเว็บเพจ.....	54
รูปที่ 44 อิลิเมนต์ตารางก่อนมีการแทรกแอตทริบิวต์หน้าที่.....	55
รูปที่ 45 อิลิเมนต์ตารางหลังจากการแทรกแอตทริบิวต์หน้าที่.....	55
รูปที่ 46 ชุดคำสั่งที่ได้จากคำสั่ง xpi.....	60
รูปที่ 47 หน้าจอแสดงผลหลังใช้คำสั่งสร้างโครงการใหม่.....	61
รูปที่ 48 หน้าจอแสดงผลหลังใช้คำสั่งการตรวจสอบ.....	61
รูปที่ 49 หน้าเว็บเพจหลักจากเรียกใช้คำสั่งตรวจสอบการทำงาน.....	62
รูปที่ 50 หน้าจอการทำงานเบื้องหลังบางส่วนของส่วนต่อขยาย.....	62
รูปที่ 51 หน้าจอการใช้ที่อยู่ของเว็บไซต์มาเป็นข้อมูลนำเข้า.....	64
รูปที่ 52 หน้าจอการใช้ไฟล์เอชทีเอ็มแอลมาเป็นข้อมูลนำเข้า.....	64
รูปที่ 53 หน้าจอการใช้ไค้ดเอชทีเอ็มแอลคอมมาเป็นข้อมูลนำเข้า.....	65
รูปที่ 54 หน้าจอตัวเลือกที่ใช้ในการตั้งค่า.....	65
รูปที่ 55 หน้าจอผลการประเมิน.....	66
รูปที่ 56 หน้าจอแรกของซอฟต์แวร์ช่วยอ่านหน้าจอจอร์.....	67
รูปที่ 57 หน้าจอโปรแกรมตาทิพย์.....	68

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การทดสอบเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ (Web Accessibility) คือ เว็บไซต์ที่ใช้วิธีการในการพัฒนาโครงสร้างเอชทีเอ็มแอล (HTML: Hyper Text Markup Language) ตามแนวทางของระดับลิวิซีเอจี้ (WCAG 2.0: Web Content Accessibility Guideline) และระดับลิเวไอซีดีเออาร์ไอเอ (WAI-ARIA: Accessible Rich Internet Applications) สำหรับการพัฒนาเว็บไซต์แบบโปรแกรมประยุกต์ใช้งานในอินเทอร์เน็ต (RIA: Rich Internet Application) ซึ่งเป็นแนวทางที่กำหนดโดยองค์กรพัฒนาเทคโนโลยีเว็บดับลิวิทรีซี (W3C: World Wide Web Consortium) โดยมีจุดประสงค์คือ ทำให้ผู้ใช้ที่พิการ (Disabled) สามารถเข้าถึงและเข้าใจเนื้อหา (Content) ในเว็บไซต์รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บไซต์นั้นได้ [1]

จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลกพบว่า มีคนจำนวน 285 ล้านคน มีความบกพร่องทางด้านการมองเห็น จำแนกเป็นคนตาบอด 39 ล้านคน และเป็นผู้มีปัญหาทางสายตา 246 ล้านคน [2] การพัฒนาเว็บไซต์ที่ทุกคนเข้าถึงได้เป็นสิ่งสำคัญอย่างมากที่ทำให้คนที่มีความบกพร่องทางด้านการมองเห็น สามารถใช้งานเว็บไซต์ โดยได้รับข้อมูลถูกต้องและครบถ้วนมากยิ่งขึ้น ทั้งยังช่วยให้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บไซต์ได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม จากการทดสอบความสามารถในการเข้าถึงเว็บเพจโดยใช้แนวทางของ ดับลิวิซีเอจี้. 2.0 เป็นเกณฑ์ในการทดสอบ จำนวน 30 ล้านเว็บเพจ พบว่ามีเว็บเพจไม่ถึง 4% ที่ผ่านการทดสอบตามเกณฑ์ความสำเร็จ (Success Criteria) ตามแนวทางของ ดับลิวิซีเอจี้ 2.0 [3] ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นถึงการขาดความเอาใจใส่ในการนำเอาแนวทางของดับลิวิซีเอจี้มาใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ที่ทุกคนเข้าถึงได้

วิธีที่จะช่วยให้ผู้บกพร่องทางด้านการมองเห็นสามารถใช้งานเว็บไซต์ได้ใกล้เคียงกับผู้ที่มิใช่สายตาปกติ คือ นักพัฒนาจะต้องพัฒนาเว็บไซต์โดยยึดแนวทางของดับลิวิซีเอจี้และดับลิเวไอซีดีเออาร์ไอเอ แต่ในกรณีของเว็บไซต์ที่พัฒนาเสร็จแล้ว การที่จะให้นักพัฒนากลับไปแก้ไขเว็บไซต์ที่ตนเองพัฒนา ให้เป็นไปตามแนวทางของดับลิวิซีเอจี้ นั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากต้องเสียทั้งเวลา และค่าใช้จ่าย ประกอบกับเจ้าของเว็บไซต์ไม่ได้ตระหนักถึงความสำคัญของผู้ที่มีความบกพร่องทางด้านการมองเห็น ดังนั้น แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่สามารถกระทำได้คือ สร้างเครื่องมือในการปรับปรุงคุณภาพของเว็บไซต์ เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์ความสำเร็จของดับลิวิซีเอจี้และดับลิเวไอซีดีเออาร์ไอเอ

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการและพัฒนาซอฟต์แวร์เสริมส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถในการเข้าถึงเว็บสำหรับผู้พิการทางสายตา ตามแนวทางของดับลิวิซีเอจี้ เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดสังคมแห่งความเท่าเทียม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาซอฟต์แวร์เสริมส่วนต่อขยายสำหรับปรับปรุงคุณภาพของเว็บเพจแบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มความสามารถในการนำเสนอข้อมูลสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางสายตา และช่วยให้โปรแกรมอ่านหน้าจอของคนตาบอดสามารถอ่านข้อมูลที่นำเสนอได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. แนวทางการปรับปรุงคุณภาพของเว็บไซต์ได้มีการใช้แนวทางของดับบริวซีเอจี รุ่นที่ 2.0 ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้พิการทางสายตาเท่านั้น
2. รongรับทางเลือกการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นข้อความบนรูปภาพ
3. มีการใช้แนวทางมาตรฐานในการปรับปรุงเว็บที่ทุกคนเข้าถึงได้ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้พิการทางสายตา ต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย ดับบริวซีเอจี 2.0
4. เครื่องมือนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานกับเว็บเบราว์เซอร์ของไฟร์ฟอกซ์เท่านั้น

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้พิการทางสายตา (Visually impaired) สำหรับงานวิจัยนี้หมายถึงผู้ที่มีความบกพร่องทางด้านการมองเห็นโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ 1) ตาบอดสนิท (blind) คือบุคคลที่ไม่สามารถใช้สายตามองเห็นแสงสว่างได้เลย หรือมีลานสายตาแคบกว่า 10 องศา 2) สายตาเลือนราง (Low Vision) คือ บุคคลที่มีความสามารถในการมองเห็น แต่ไม่เท่าคนทั่วไป หรือมีลานสายตาแคบกว่า 30 องศา 3) ตาบอดสี (Color Blindness) คือ บุคคลที่มีการมองเห็นของสีต่างๆ ผิดเพี้ยนไปจากผู้ที่มีสายตาปกติ หรือไม่สามารถแยกสีที่มีความคล้ายกันได้
2. ซอฟต์แวร์ส่วนต่อขยาย (Extension) คือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการขยายขีดความสามารถการทำงานของเว็บเบราว์เซอร์ไฟร์ฟอกซ์ ให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้สร้าง โดยการปรับเปลี่ยนหรือสร้างคุณสมบัติใหม่ขึ้นมาจากความสามารถเดิมของตัวเว็บเบราว์เซอร์เอง

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและทำความเข้าใจมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเว็บไซต์ที่ทุกคนเข้าถึงได้
2. ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานเว็บไซต์ของผู้พิการทางสายตา
3. ศึกษาและทดลองใช้เครื่องมือในการประเมินผลเว็บไซต์สำหรับผู้พิการทางสายตา
4. วิเคราะห์และกำหนดภาพรวมของงานวิจัย
5. ออกแบบขั้นตอนการดำเนินงาน ตั้งสมมติฐาน กำหนดเป้าหมาย และขอบเขตของงานวิจัย

6. พัฒนาส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถการเข้าถึงเว็บ สำหรับผู้พิการทางสายตา
7. ทดสอบส่วนต่อขยายและประเมินผลการวิจัย
8. สรุปผลการวิจัยและนำเสนอผลที่ได้ไปปรับปรุงงานวิจัย
9. ตีพิมพ์ผลงานวิจัย
10. จัดทำวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ซอฟต์แวร์เสริมส่วนต่อขยายเพื่อเพิ่มความสามารถการเข้าถึงข้อมูลบนเว็บสำหรับผู้พิการทางสายตา
2. ได้ซอฟต์แวร์เสริมส่วนต่อขยายสำหรับปรับปรุงโครงสร้างหน้าเว็บแบบอัตโนมัติ เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดสังคมแห่งความเท่าเทียมของการเข้าถึงข้อมูลบนเว็บ

1.7 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติเรื่อง “Browser Extension to Improve Web Accessibility for Visually Impaired”, Sittiporn Autchariyabut and Yachai Limpiyakorn, in Proceedings of 2013 International Conference on u- and e- Service, Science and Technology, Jeju Island, Korea, Nov 21-23, 2013, pp. 132-137, และตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ เรื่อง “Improving Web Accessibility for Visually Impaired with Open Source Browser Extension”, Sittiporn Autchariyabut and Yachai Limpiyakorn, International Journal of Software Engineering and Its Applications, vol. 8, no. 1, (2014), pp. 457-469

1.8 ลำดับการจัดเรียงเนื้อหาในวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บท ดังต่อไปนี้ บทที่ 1 บทนำเป็นการกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากงานวิจัย บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ บทที่ 3 กล่าวถึงแนวทางในการวิจัยส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถการเข้าถึงเว็บ สำหรับผู้พิการทางสายตา บทที่ 4 กล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาระบบ บทที่ 5 กล่าวถึงการทดสอบและประเมินผลระบบที่พัฒนาขึ้น บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำงานวิจัยนี้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 WCAG 2.0 - Web Content Accessibility Guideline [1]

ดับบลิวซีเอจี คือ แนวทางในการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อให้ทุกคนเข้าถึงได้ กำหนดโดยองค์กรพัฒนาเทคโนโลยีเว็บดับบลิวทีริซี ประกอบด้วยหลักการ 4 อย่าง คือ สามารถรับรู้ได้ (Perceivable) สามารถใช้งานได้ (Operable) สามารถเข้าใจได้ (Understandable) และคงทนต่อความเปลี่ยนแปลง (Robust) โดยในแต่ละหลักการจะมีแนวทางที่เป็นข้อปลีกย่อยลงไปอีก 12 ข้อ คือ

1. สามารถรับรู้ได้
 - 1.1 สร้างทางเลือกข้อความ (Text Alternatives) สำหรับเนื้อหาใดๆ ที่อยู่ในรูปแบบอื่น เช่น รูปภาพ เป็นต้น
 - 1.2 มีการสร้างทางเลือกสำหรับสื่อที่มีการจับเวลา เช่นการทำข้อสอบออนไลน์
 - 1.3 การออกแบบโครงสร้าง และเนื้อหา ให้อยู่ในรูปแบบที่เรียบง่าย และต้องสามารถทำงานเป็นอิสระจากกัน
 - 1.4 ต้องออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถแยกออกได้ระหว่างพื้นหน้า และพื้นหลัง (ทั้งสีและเสียง)
2. สามารถใช้งานได้
 - 2.1 การทำงานทุกอย่างต้องรองรับการใช้งานจากแป้นพิมพ์ได้ (Keyboard Accessible)
 - 2.2 จัดเตรียมเวลาให้เพียงพอ (Enough Time) ในการให้ผู้ใช้อ่าน หรือการกระทำใดๆ กับเนื้อหา
 - 2.3 หลีกเลี่ยงการสร้างเนื้อหาที่อาจเป็นสาเหตุของอาการลมชัก (Seizures)
 - 2.4 จัดเตรียมเครื่องมือช่วยเหลือสำหรับผู้ใช้ในการนำทางไปสู่เนื้อหาและสามารถบ่งบอกถึงตำแหน่งปัจจุบันในเนื้อหาที่ผู้ใช้อยู่
3. สามารถเข้าใจได้
 - 3.1 ต้องสร้างเนื้อหาที่ง่ายต่อการอ่านและทำความเข้าใจ
 - 3.2 การทำงานของระบบต่างๆ หรือการแสดงผลบนหน้าเว็บ ต้องเป็นสิ่งที่ผู้ใช้สามารถคาดเดาได้ (Predictable)
 - 3.3 จัดเตรียมส่วนการช่วยเหลือให้ผู้ใช้อธิบายให้สามารถกรอกข้อมูลได้ถูกต้อง
4. คงทนต่อความเปลี่ยนแปลง
 - 4.1 เพิ่มความสามารถในการรองรับเทคโนโลยี ที่หลากหลายทั้งในปัจจุบันและอนาคต

สำหรับแนวทางในแต่ละข้อนั้นสามารถจำแนกเกณฑ์ความสำเร็จแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับ A, ระดับ AA และระดับ AAA ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1

หลักการ	แนวทาง	ระดับ A	ระดับ AA	ระดับ AAA
1. สามารถรับรู้ได้	1.1 ทางเลือกข้อความ	1.1.1		
	1.2 ทางเลือกสื่อจับเวลา	1.2.1 – 1.2.3	1.2.4 – 1.2.5	1.2.4 – 1.2.5
	1.3 การออกแบบโครงสร้าง	1.3.1 – 1.3.3		
	1.4 เห็นเนื้อหาได้ชัดเจน	1.4.1 – 1.4.2	1.4.3 – 1.4.5	1.4.6 – 1.4.9
2. สามารถใช้งานได้	2.1 ควบคุมด้วยแป้นพิมพ์	2.1.1 – 2.1.2		2.1.3
	2.2 จัดเตรียมเวลา	2.1.1 – 2.1.2		2.2.3 – 2.2.5
	2.3 เลี่ยงสิ่งรบกวนให้กีดการผสมซึก	2.3.1		2.3.2
	2.4 สามารถระบุตำแหน่ง	2.4.1 – 2.4.4	2.4.5 – 2.4.7	2.4.8 – 2.4.10
3. สามารถเข้าใจได้	3.1 สร้างเนื้อหาที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ	3.1.1	3.1.2	3.1.3 – 3.1.6
	3.2 สามารถคาดเดาได้	3.2.1 – 3.2.2	3.2.3 – 3.2.4	3.2.5
	3.3 ช่วยให้สามารถใส่ข้อมูลได้ถูกต้อง	3.3.1 – 3.3.2	3.3.3 – 3.3.4	3.3.5 – 3.3.6
4. คงทนต่อความเปลี่ยนแปลง	4.1 รองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	4.1.1 – 4.1.2		

รูปที่ 1 การจำแนกเกณฑ์ความสำเร็จของแต่ละแนวทาง

โดยสามารถอธิบายถึงระดับของเกณฑ์ความสำเร็จในแต่ละระดับ ดังต่อไปนี้

1. ระดับ A เป็นแนวทางขั้นต่ำสุดที่ต้องทำ ไม่เช่นนั้นแล้ว การเข้าถึงจะเป็นไปได้ยากหรือเป็นไปได้เลย
2. ระดับ AA เป็นแนวทางขั้นกลางที่ควรจะทำ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าถึงเพิ่มขึ้น
3. ระดับ AAA เป็นแนวทางขั้นสูงสุดที่อาจจะทำ เพื่อให้ผู้ใช้เข้าถึงและใช้งานเนื้อหาเว็บได้สูงสุด

สำหรับหลักการของดับบลิวซีเอจี้มีการเอื้อประโยชน์ต่อกลุ่มผู้มีความบกพร่องทางด้านต่าง ๆ แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มผู้บกพร่องทางการมองเห็น
2. กลุ่มผู้บกพร่องทางการเคลื่อนไหวทางด้านร่างกาย
3. กลุ่มผู้บกพร่องทางการได้ยิน
4. กลุ่มผู้มีปัญหาเรื่องของภาพกระพริบ หรือมีปัญหาเกี่ยวกับสีจุดขาด
5. กลุ่มผู้มีปัญหาทางด้านความรู้ความเข้าใจ

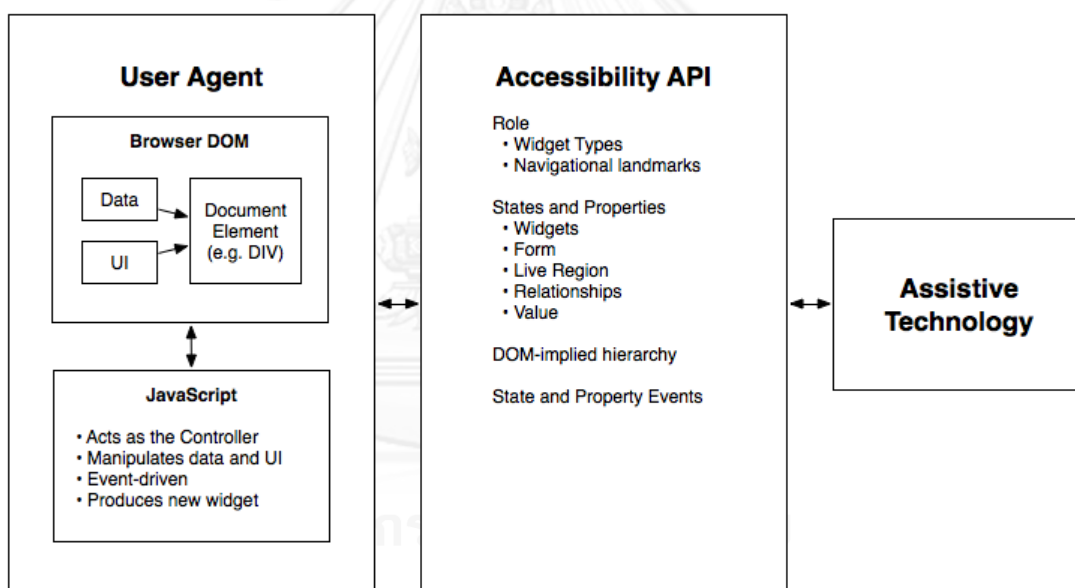
ข้อดีของเว็บไซต์ที่พัฒนาตามแนวทางของดับบลิวซีเอจี้ดังนี้

1. ทำให้ผู้ใช้ชมเว็บไซต์สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่เจ้าของเว็บไซต์ต้องการนำเสนอได้ง่ายขึ้น

2. ทำให้เว็บไซต์ที่สร้างขึ้นบำรุงรักษาได้ง่าย เนื่องจากโค้ดที่เขียนจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด
3. เว็บไซต์สามารถเข้าถึงกลุ่มคนได้หลากหลายมากขึ้น
4. เพิ่มความสามารถในการถูกค้นหาโดย เสิร์ชเอนจิน (Search Engine)

2.1.2 WAI-ARIA - Accessible Rich Internet Application [4]

ดับบลิวเอไอซีดีเออาร์ไอเอ คือ วิธีการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับผู้พิการ โดยมีการสนับสนุนเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการใช้งานเว็บไซต์ของผู้พิการ เช่น โปรแกรมอ่านหน้าจอ ซึ่งมีหลักการทำงานโดยรับข้อมูลเป็นเชิงความหมาย (semantic) โดยในส่วนของ ดับบลิวเอไอซีดีเออาร์ไอเอ จะเป็นตัวช่วยให้ข้อมูลนั้นอยู่ในรูปแบบที่ถูกต้องเหมาะสม โดยข้อมูลเชิงสัญลักษณ์ คือ การกำหนดบทบาท (Role) สถานะและคุณสมบัติ (States and Properties) ของส่วนต่อประสาน และเนื้อหาตั้งรูปที่ 2 และแสดงตัวอย่างของการกำหนดบทบาทและสถานะให้กับเอซีทีเอ็มแอลได้ตั้งรูปที่ 3 และรูปที่ 4 ตามลำดับ



รูปที่ 2 การสื่อสารกันระหว่างเครื่องมืออำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการกับเว็บไซต์ [4]

```

+ <colgroup>
- <thead>
  - <tr role="row">
    <th class="rgHeader" scope="col" role="columnheader">Customer
      ID</th>
    <th class="rgHeader" scope="col" role="columnheader">Company
      Name</th>
    <th class="rgHeader" scope="col" role="columnheader">Contact
      Name</th>
    <th class="rgHeader" scope="col" role="columnheader">City</th>
    <th class="rgHeader" scope="col" role="columnheader">Country</th>
  </tr>
</thead>
- <tbody>
  + <tr id="RadGrid1_ct100__0" class="rgRow" role="row">
  + <tr id="RadGrid1_ct100__1" class="rgAltRow" role="row">
  + <tr id="RadGrid1_ct100__2" class="rgRow" role="row">
  + <tr id="RadGrid1_ct100__3" class="rgAltRow" role="row">
  + <tr id="RadGrid1_ct100__4" class="rgRow" role="row">
</tbody>

```

รูปที่ 3 การกำหนดบทบาทให้กับเอชทีเอ็มแอล

```

- <body>
  - <ul aria-live="polite">
    <li>Item 1</li>
    <li>Item 2</li>
    <li>Item 3</li>
  </ul>
</body>

```

รูปที่ 4 การกำหนดสถานะให้กับเอชทีเอ็มแอล

โดยในส่วนของบทบาทที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายสามารถแสดงพร้อมคำอธิบายการใช้งานได้ดังตารางที่ 1 และในส่วนของสถานะสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 คำอธิบายของแอตทริบิวต์บทบาท

บทบาท	คำอธิบาย
button	ใช้สำหรับอิลิเมนต์ที่ทำหน้าที่คล้ายปุ่มกด
navigation	ใช้สำหรับอิลิเมนต์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำทาง
main	ใช้สำหรับเนื้อหาหลักของหน้าเว็บเพจ
dialog	ใช้สำหรับส่วนที่เป็นกล่องโต้ตอบที่ถูกละเว้น
row	ใช้สำหรับระบุแถวของตาราง

ตารางที่ 2 คำอธิบายของแอตทริบิวต์สถานะ

สถานะ	คำอธิบาย
aria-live	ใช้สำหรับกำหนดให้เครื่องมือช่วยเหลือทำงานเมื่ออิลิเมนต์มีการเปลี่ยนแปลง
aria-autocomplete	ใช้สำหรับแสดงข้อเสนอแนะของช่องนำเข้าสู่ข้อความ

ข้อดีและประโยชน์ของเว็บไซต์ที่มีการกำหนดบทบาทและตำแหน่งตามวิธีของดับเบิลไอโอซีดีเออาร์ไอเอ

1. เพิ่มความสามารถในการเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันให้ดียิ่งขึ้น
2. เพิ่มความสามารถในการเข้าถึงให้กับเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วยภาษาจาวาสคริปต์
3. ทำให้เว็บไซต์มีการทำงานร่วมกันกับเครื่องมือช่วยเหลือได้ดียิ่งขึ้น

2.1.3 HTML DOM – Hypertext Markup Language Document Object Model

[5]

เอชทีเอ็มแอลดอม (HTML DOM) เป็นมาตรฐานที่ประกาศโดย W3C ซึ่งช่วยในการจัดเอกสารให้อยู่ในรูปแบบของวัตถุ (Object) โดยมีการนิยาม วัตถุ และ คุณสมบัติ (properties) เพื่อให้สคริปต์สามารถปรับเปลี่ยนเรียกใช้โครงสร้าง ข้อมูล และรูปแบบได้

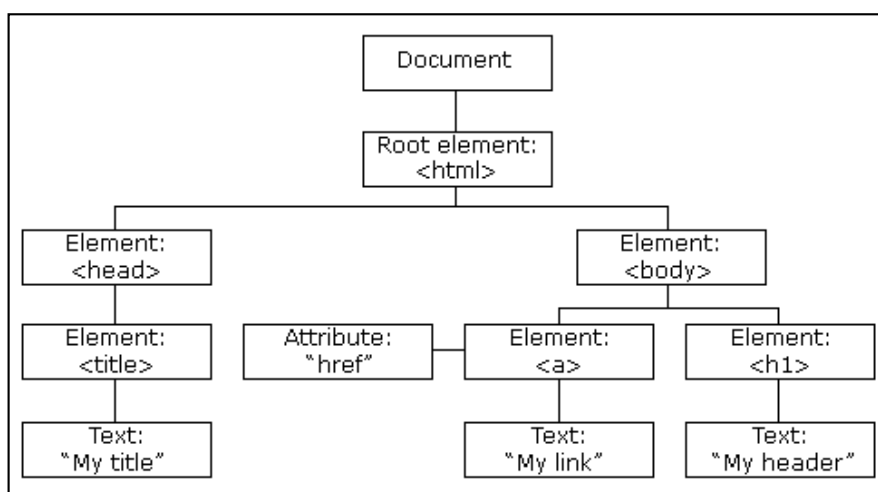
W3C ได้มีการแบ่งดอมออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Core DOM เป็นการจัดรูปแบบของดอมสำหรับทุกๆ เอกสาร
2. XML DOM เป็นการจัดรูปแบบของดอมสำหรับเอกสารเอกซ์เอ็มแอล
3. HTML DOM เป็นการจัดรูปแบบของเอกสารของดอมสำหรับเอกสารเอชทีเอ็มแอล

โดยข้อแตกต่างระหว่างเอชทีเอ็มแอลกับเอกซ์เอ็มแอลจะต่างกันตรงที่เอชทีเอ็มแอลไม่สามารถสร้างแท็กขึ้นมาเองได้แต่เอกซ์เอ็มแอลสามารถทำได้ และเอชทีเอ็มแอลจะประมวลผลได้ถูกต้องผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์เท่านั้น

โครงสร้างของดอมจะประกอบไปด้วย 5 ส่วนหลัก คือ

1. โหนดเอกสาร (Document node)
2. โหนดอิลิเมนต์ (Element node)
3. โหนดข้อความ (Text node)
4. โหนดแอตทริบิวต์ (Attribute node)
5. โหนดอธิบาย (Comment node)



รูปที่ 5 ต้นไม้ของเอชทีเอ็มแอลคอม [5]

จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงลำดับความสัมพันธ์ที่เป็นลำดับชั้น (Hierarchy) ของเอชทีเอ็มแอลคอมในแต่ละโหนด โดยในเอกสารเอชทีเอ็มแอลจะมีโหนดราก (Root) เพียงโหนดเดียวที่อยู่บนสุดก็คือโหนด ที่ชื่อว่า html และในทุกๆ โหนดที่ไม่ใช่โหนดรากจะต้องมี โหนดแม่เสมอ โดยโหนดแม่จะมีหรือไม่มีโหนดลูกก็ได้ ต้นไม้ของเอชทีเอ็มแอลคอมในรูปที่ 5 สามารถแสดงเป็นภาษาเอชทีเอ็มแอลได้ดังรูปที่ 6

```

1<html>
2<head>
3  <title>My Title</title>
4 </head>
5<body>
6  <a>My link</a>
7  <h1>My header</h1>
8 </body>
9 </html>
  
```

รูปที่ 6 ตัวอย่างโครงสร้างภาษาเอชทีเอ็มแอล

อิลิเมนต์ส่วนประกอบหลักที่จำเป็นต้องมีของเอกสารเอชทีเอ็มแอลคอมมีดังนี้

1. อิลิเมนต์ <!DOCTYPE> เป็นอิลิเมนต์แรกที่ต้องประกาศในเอกสารเอชทีเอ็มแอลเพื่อ บอกให้เว็บเบราว์เซอร์รู้ถึงรุ่น (version) ของเอชทีเอ็มแอลที่เขียนในเอกสารนี้
2. อิลิเมนต์ <html> เป็นอิลิเมนต์ที่เป็นโหนดรากของเอกสารเอชทีเอ็มแอลคอม และบอก ให้เว็บเบราว์เซอร์รู้ว่านี่คือเอกสารเอชทีเอ็มแอล
3. อิลิเมนต์ <head> ในอิลิเมนต์นี้มีประกอบไปด้วย อิลิเมนต์ที่เป็นตัวกำหนดค่าเริ่มต้น ของเว็บเพจ เช่น อิลิเมนต์ที่กำหนดชื่อเว็บเพจ อิลิเมนต์จาวาสคริปต์ และอิลิเมนต์ซีเอสเอส เป็นต้น
4. อิลิเมนต์ <body> เป็นอิลิเมนต์ที่ส่วนประกอบของเว็บเพจส่วนใหญ่จะอยู่ในอิลิเมนต์นี้ เช่น ข้อความ รูปภาพ ตาราง เป็นต้น

2.1.4 เอกซ์พาท XPath [6]

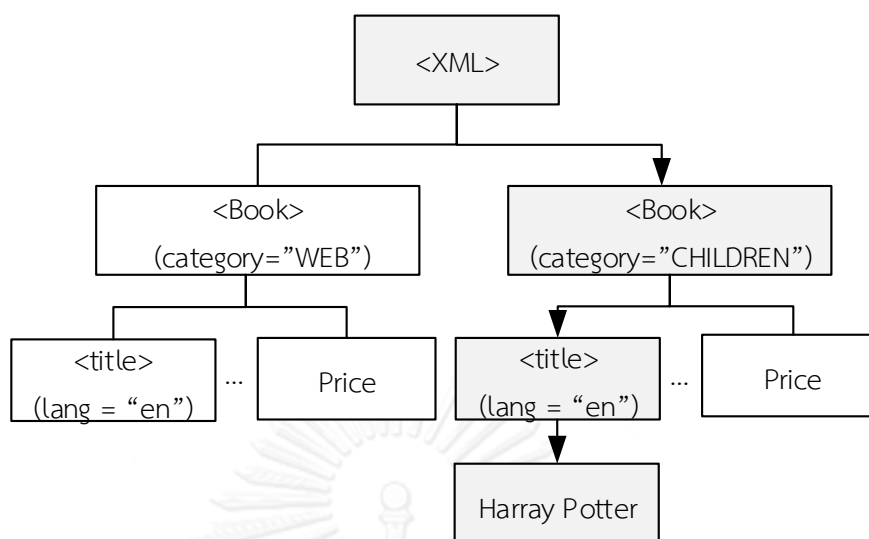
เอกซ์พาท เป็นรูปแบบของการระบุตำแหน่งของสิ่งที่ต้องการหาในเอกสารเอกซ์เอ็มแอล (XML : Extensible Markup Language) รวมทั้งเอชทีเอ็มแอลคอม โดยใช้นิพจน์ (expressions) เป็นตัวนำทางในการระบุตำแหน่งของเอกสาร เอกซ์พาทได้ถูกพัฒนาให้มีรูปแบบของการค้นหาที่ไม่ซับซ้อนเพื่อให้มนุษย์สามารถอ่านแล้วสามารถเข้าใจได้ ซึ่งถูกประกาศใช้งานขึ้นโดยองค์กรพัฒนาเทคโนโลยีเว็บดับบลิวทีซี

```
<book category="WEB">
  <title lang="en">Learning XML</title>
  <author>Erik T. Ray</author>
  <year>2003</year>
  <price>39.95</price>
</book>

<book category="CHILDREN">
  <title lang="en">Harry Potter</title>
  <author>J. K. Rowling</author>
  <year>2005</year>
  <price>29.99</price>
</book>
```

รูปที่ 7 โครงสร้างของ เอกสารเอกซ์เอ็มแอล

จากรูปที่ 7 หากต้องการเข้าถึงโหนด title ที่มีหมวดหมู่ (category) เป็น CHILDREN เราสามารถเขียนนิพจน์เพื่อระบุตำแหน่งได้ดังนี้ “/book (@category=”CHILDREN”)/title” และจากนิพจน์นี้สามารถอธิบายได้ดังนี้ เลือกโหนดชื่อว่า book ที่มีแอตทริบิวต์ชื่อว่า category มีค่าเท่ากับ CHILDREN และโหนด title จากนิพจน์นี้จะได้ผลลัพธ์คือ “Harry Potter” จากรูปที่ 7 สามารถแสดงเป็นแผนภาพต้นไม้การไหลของเอกซ์พาทได้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 เส้นทางไหลของเอกสาร

2.1.5 โอซีอาร์ Optical Character Recognition (OCR) [7] [8]

โอซีอาร์ คือการรู้จำอักขระทางแสง เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปลงข้อความที่อยู่ในรูปแบบของไฟล์ภาพ หรือสื่อสิ่งพิมพ์ดังรูปที่ 9 ให้อยู่ในรูปของข้อความ (text) ซึ่งสามารถแก้ไขได้ได้ง่าย และสามารถถูกประมวลผลและแปลข้อความเป็นคำพูดได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

โครงสร้างการทำงานของระบบโอซีอาร์ประกอบไปด้วยการทำงาน 3 กระบวนการ ดังนี้

1. การเตรียมข้อมูลนำเข้า เป็นขั้นตอนที่ต้องปรับแต่งและจัดเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมเพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป การประมวลผลขั้นตอนนี้มีความสำคัญต่อการทำงานโดยรวมของระบบ โดยมีการทำงานที่สำคัญ ๆ คือ 1) การกรองข้อมูลแทรกซ้อน (Noise Filtering) เป็นการทำงานเพื่อลดข้อมูลแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นจากภาพต้นฉบับ 2) การปรับแต่งข้อมูล เป็นการปรับแต่งตัวอักษร ปรับขนาดตัวอักษร ปรับการเอียงของตัวอักษร การทำให้รูปเป็นขาวดำ เป็นต้น 3) การตัดพื้นที่ใช้งาน (Cropping) เพื่อเป็นการจำกัดบริเวณให้กับโอซีอาร์ในการทำการรู้จำ โดยจะตัดเฉพาะรูปภาพที่เป็นตัวอักษรเท่านั้น
2. การรู้จำ (Recognition) การรู้จำถือได้ว่าเป็นส่วนที่ขาดไม่ได้ของการทำงานของระบบโอซีอาร์ เพราะเป็นส่วนที่ใช้แปรรูปภาพออกมาเพื่อเป็นตัวอักษร โดยสามารถแบ่งแนวทางการรู้จำได้ ดังนี้ 1) การเข้าคู่รูปแบบ (Template Matching) มีหลักการคือ ต้องมีการสร้างรูปแบบ เพื่อใช้สำหรับอ่านตัวอักษร โดยใช้การกำหนดตำแหน่งสำคัญที่สามารถแยกแยะความแตกต่างของตัวอักษรในแต่ละตัว 2) การใช้สถิติ (Statistical) คือการนำค่าความน่าจะเป็นมาใช้เป็นตัวการตัดสินใจ เพื่อเปรียบเทียบว่าผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับน่าจะเป็นตัวอักษรใดมากที่สุด 3) การวิเคราะห์ทางโครงสร้าง (Structural Analysis) วิธีนี้ถือว่าตัวอักษรทุกตัวประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน ที่ได้มาจากการสกัดลักษณะสำคัญ โดยใช้ลักษณะสำคัญเป็นค่าที่บอกกว่าลักษณะโครงสร้างสำคัญนั้นเป็นอะไรเพื่อใช้ในการตัดสินใจ โดยมีความยืดหยุ่นต่อความหลากหลายของ

ตัวอักษรค่อนข้างมาก 3) โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) วิธีนี้เลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ ที่มีโครงข่ายเชื่อมต่อกันจำนวนมากเพื่อสะสมความรู้เอาไว้ โดยความรู้เหล่านี้ได้จากการฝึกสอนให้จำไว้ก่อน ด้วยหลักการนี้ทำให้สามารถรับรู้ถึงรูปแบบของตัวอักษรได้หลากหลายอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

3. การเตรียมข้อมูลนำออก คือขั้นตอนที่ใช้เพิ่มความถูกต้องให้กับผลลัพธ์ เพราะผลลัพธ์ที่ออกมา นั้นอาจมีความผิดพลาดอยู่ในกระบวนการนี้ มักจะเป็นการทำงานที่เกี่ยวกับการตรวจสอบความถูกต้องของการสะกดคำซึ่งใช้พจนานุกรมมาช่วยในการตรวจสอบคำผิด และทำการแก้ไขให้โดยอัตโนมัติหรือแจ้งเตือนให้ผู้รับรู้



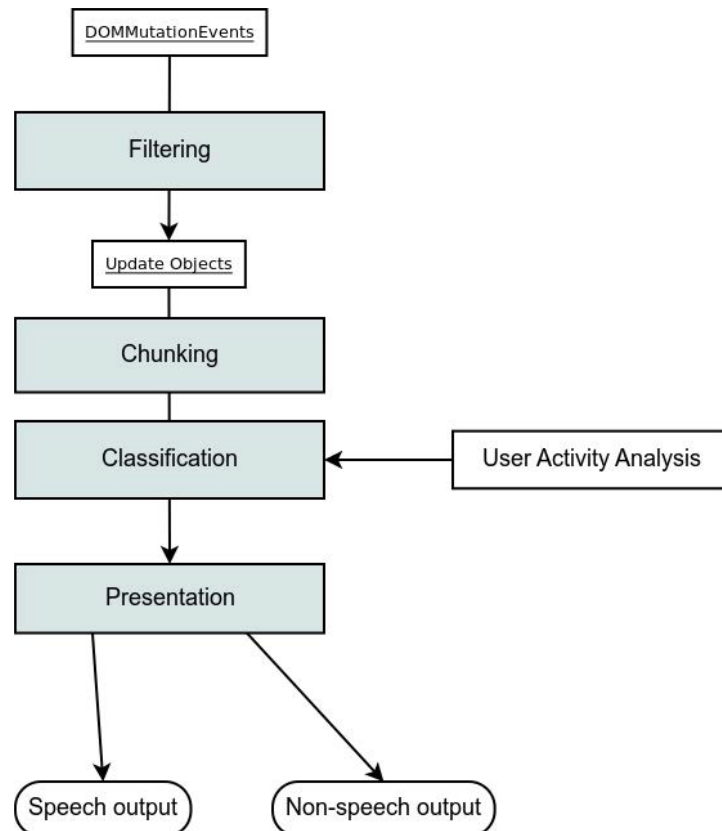
รูปที่ 9 ตัวอย่างภาพนำเข้าเพื่อใช้ประมวลผลด้วยไอซีอาร์

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทสเซอร์เรสไอซีอาร์ (Tesseract OCR) [9] มาเป็นตัววิเคราะห์ข้อความที่อยู่ในรูปภาพ ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์เสรีในการสร้างไอซีอาร์ ที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เพราะมีความแม่นยำในการแปลงข้อความอยู่ในระดับที่รับได้ และมีความสามารถในการประมวลผลภาษากว่า 60 ภาษา เทสเซอร์เรส เริ่มพัฒนาขึ้นโดยบริษัทเอชพี (HP) เริ่มแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อการค้า ต่อมาในปี 2005 เอชพีได้ประกาศให้เทสเซอร์เรสเป็นซอฟต์แวร์เสรี ภายใต้ใบอนุญาตอาปาเช่รุ่นที่ 2.0 (Apache 2.0) และถูกพัฒนาต่อโดยบริษัทกูเกิล (Google)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Dynamic injection of WAI-ARIA into Web content [10]

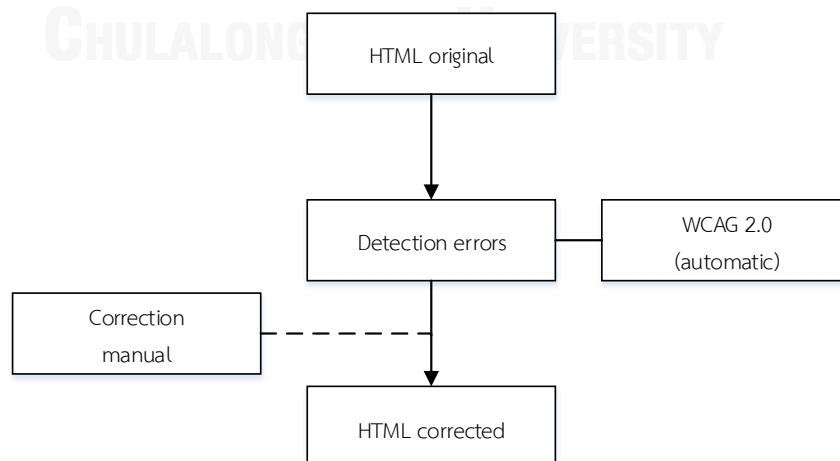
งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการแทรก โลฟลีเจียนดังรูปที่ 10 ซึ่งเป็นคุณสมบัติของ ดับบลิวเอไอซีดีเออาร์ไอเอ ด้วยวิธีการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของดอม (DOM : Document Object Model) โดยใช้การสร้างเหตุการณ์ตรวจจับการกลายพันธุ์ของดอม (DOMMutationEvents) มาเป็นตัวตรวจจับเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลง ซึ่งการแทรกคุณสมบัติโลฟลีเจียน ในงานวิจัยนี้ได้ช่วยให้โปรแกรมอ่านหน้าจอ สามารถอ่านข้อความที่ถูกเพิ่มขึ้นด้วยเทคนิคแบบแอสแจกซ์ (AJAX: Asynchronous JavaScript and XML) ได้



รูปที่ 10 แผนภาพกระบวนการการแทรกโค้ด [10]

2.2.2 Web Accessibility Improvement Tool [11]

บทความวิจัยนี้นำเสนอเครื่องมือที่ใช้ช่วยนักพัฒนาในการปรับปรุงแท็กเอชทีเอ็มแอลให้เป็นไปตามแนวทางของดับบริวซีเอจี โดยการประเมินแท็กของเอชทีเอ็มแอลว่า ตรงตามเกณฑ์ความสำเร็จของดับบริวซีเอจีหรือไม่ หากมีแท็กไหนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เครื่องมือจะบอกถึงสาเหตุที่ทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เพื่อเป็นแนวทางให้นักพัฒนานำไปแก้ไขต่อไป วิธีการที่นำเสนอ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แผนภาพขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของเอชทีเอ็มแอล [11]

2.2.3 WCAG Formalization with W3C Standards [12]

งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างจุดตรวจสอบสำหรับใช้ในการประเมินว่าเป็นไปตามแนวทางของระดับลิวิซีเอจี้รุ่นที่ 1.0 หรือแบบอัตโนมัติตามแนวทางของระดับลิวิซีเอจี้โดยการใช้นิพจน์ในรูปแบบของเอกซ์พาร์ เป็นตัวระบุโหนดที่ไม่เป็นไปตามกฎ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ลดราคาในการสร้างชุดเครื่องมือสำหรับการประเมินตามแนวทางระดับลิวิซีเอจี้

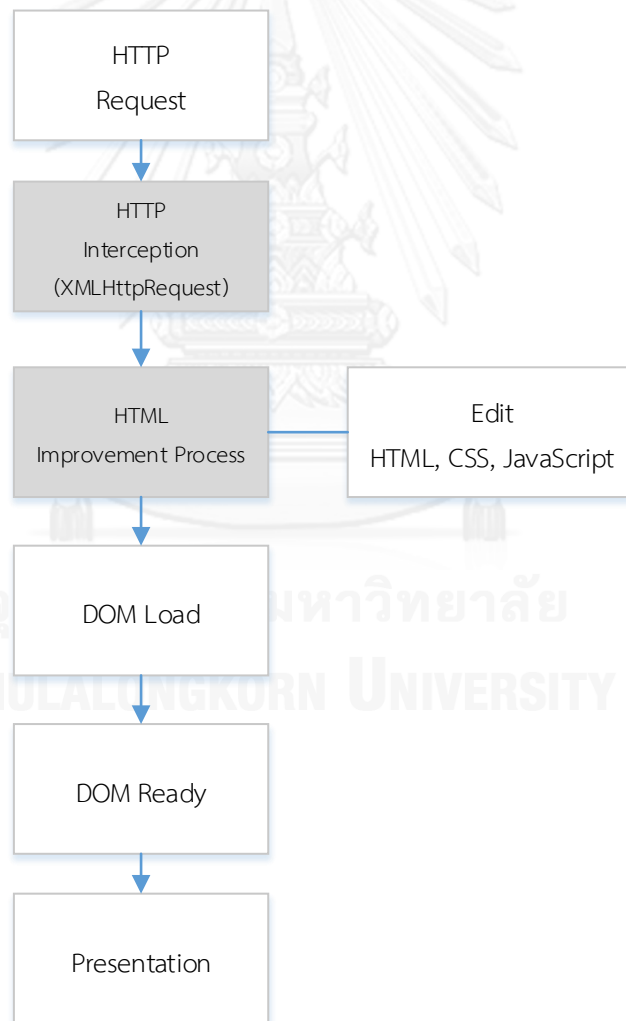


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3 แนวทางการวิจัย

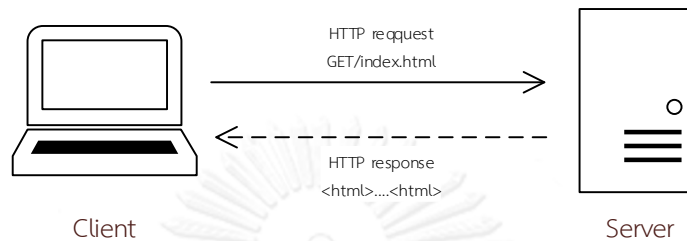
3.1 ภาพรวมของแนวทางในการสร้างส่วนต่อขยายเบราว์เซอร์

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการในการพัฒนาซอฟต์แวร์เสริมส่วนต่อขยายเพื่อปรับปรุงความสามารถเข้าถึงเว็บสำหรับผู้พิการทางสายตา โดยอ้างอิงกับแนวทางในการพัฒนาเว็บที่ทุกคนเข้าถึงได้ หรือดับบริวซีเอจี้ 2.0 มาเป็นเกณฑ์ในการปรับปรุงคุณภาพหน้าเว็บเพจ ซอฟต์แวร์เสริมที่พัฒนาขึ้นจะทำงานบนเบราว์เซอร์ของผู้ใช้งานโดยทำหน้าที่ในการปรับเปลี่ยนเอชทีเอ็มแอลดอมของเว็บเพจนั้นให้เป็นไปตามแนวทางของดับบริวซีเอจี้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อตัวเว็บไซต์นั้นๆ สำหรับขั้นตอนภาพรวมการทำงานของส่วนต่อขยายกับเบราว์เซอร์สามารถแสดงได้ดังแสดงในรูปที่ 12 กล่าวคือ



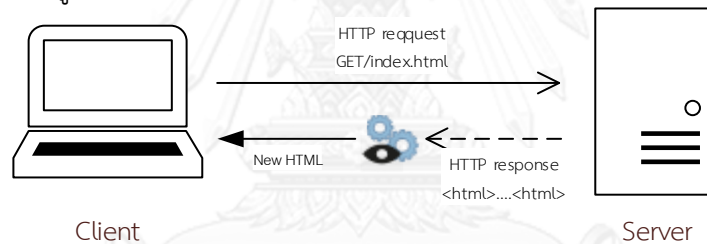
รูปที่ 12 ภาพรวมขั้นตอนการทำงานของส่วนต่อขยายบนเบราว์เซอร์

1. การร้องขอของ เอชทีทีพี (HTTP Request) คือ ในส่วนของผู้รับบริการมีการทำงานผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์โดยการร้องขอข้อมูลจากผู้ใช้ไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางโปรโตคอลเอชทีทีพี (HTTP Protocol) และหากสำเร็จเซิร์ฟเวอร์จะตอบกลับมาในรูปแบบของเอกสารเอชทีเอ็มแอลโดยทำงานผ่านทางโปรโตคอลเอชทีทีพีเช่นกัน ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 13



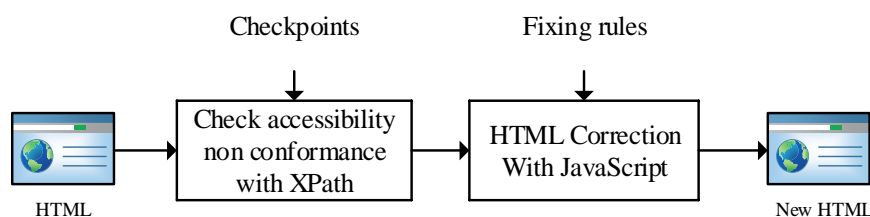
รูปที่ 13 การร้องขอและตอบกลับของโปรโตคอลเอชทีทีพี

2. การดักเก็บข้อมูล เอชทีทีพี (HTTP Interception) คือ ส่วนต่อขยายทำการดึงข้อมูลในขั้นตอนการตอบกลับของเอชทีทีพี เพื่อนำมาเก็บไว้ในรูปแบบของเอชทีเอ็มแอลเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางอย่างของเอชทีเอ็มแอลที่ใช้ใน ขั้นตอนที่ 3 ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 การดักเก็บข้อมูลของส่วนต่อขยาย

3. กระบวนการการปรับปรุง (Improvement Process) ด้วยส่วนต่อขยาย คือ ขั้นตอนในส่วนต่อขยายได้ทำการปรับปรุงเอชทีเอ็มแอล โดยการปรับปรุงเอชทีเอ็มแอล จะใช้แนวทาง การสร้างกฎด้วยเอกซ์พาท มาเป็นตัวอ่าน วิเคราะห์ และเข้าถึงข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ของเอชทีเอ็มแอลเพื่อนำเอาข้อมูลที่ได้มาไปเปรียบเทียบกับกฎที่สร้างขึ้นมาจากแนวทางของดับปริวซีเอจี และทำการแก้ไขเอชทีเอ็มแอลจากกฎที่สร้างขึ้น แสดงได้ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 ขั้นตอนการปรับปรุงเอชทีเอ็มแอล

4. ดอมพร้อมใช้ (DOM Ready) บราวเซอร์รับเอชทีเอ็มแอลจากกระบวนการการปรับปรุงในข้อที่ 3 มาแสดงผลเป็นโครงสร้างของเอชทีเอ็มแอลดอมเพื่อเตรียมพร้อมการโหลดข้อมูลในส่วนของการแสดงผล ซึ่งแสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 16

```
<html>
  <head>
  <body>
    <div style="background-color: #CCCCCC;" role="navigation">
      <h1 id="h1_1"> Test Prototype </h1>
      <h2 id="h2_1"> Test Background Audio 1 </h2>
    <span>
      <audio controls="">
        <source type="audio/mpeg" src="sond.mp3"> </source>
      </audio>
    </span>
    <h2 id="h2_2"> Heading lv2 </h2>
    <p> Content of heading lv 2 </p>
    <h3 id="h3_2"> Heading lv3 </h3>
    <p> Content of heading lv 3 </p>
  </body>
</html>
```

รูปที่ 16 โครงสร้างของเอชทีเอ็มแอลดอมพร้อมใช้

5. ดอมโหลด (DOM Load) บราวเซอร์ทำการโหลดข้อมูลในส่วนของการแสดงผลเว็บไซต์มาแสดง เช่น ซีเอสเอส และจาวาสคริปต์ รูปภาพ เป็นต้น
6. การแสดงผล (Presentation) เป็นขั้นที่บราวเซอร์แสดงผลที่ได้จากการทำงานของข้อที่ 4 และข้อที่ 5 ร่วมกันออกมาเป็นหน้าเว็บเพจซึ่งแสดงได้ดังรูปที่



รูปที่ 17 การแสดงผลดอมพร้อมใช้ร่วมกับดอมโหลดในขั้นตอนการแสดงผล

3.2 แนวทางการระบุตัวตรวจสอบและแนวทางการแก้ไขเอชทีเอ็มแอล

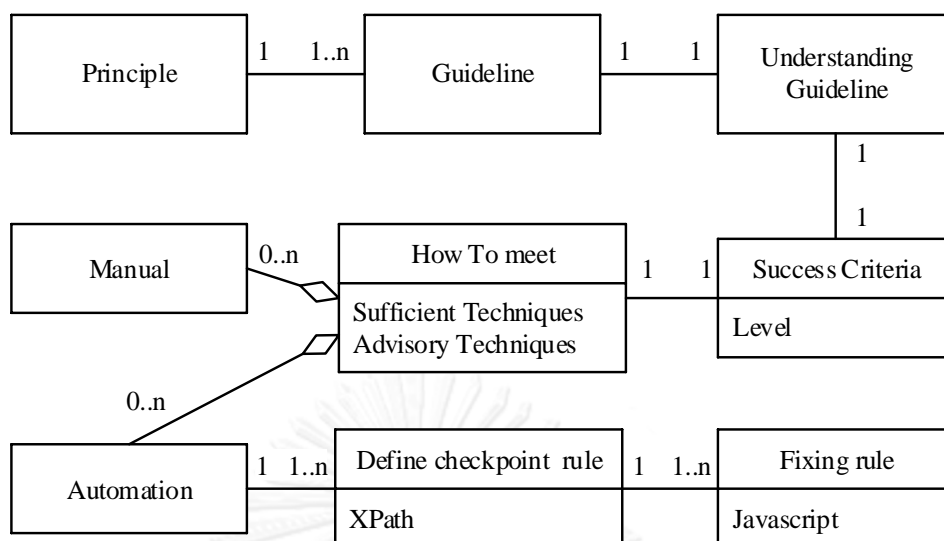
จากการศึกษาแนวทางในการพัฒนาเว็บไซต์ที่ทุกคนเข้าถึงได้ หรือ ดัชนีวีซีเอจีพบว่า แนวทางของการแก้ไขสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่มีความเป็นรูปธรรม (Objective) ซึ่งสามารถสร้างเครื่องมือมาแก้ไขแบบอัตโนมัติได้ และ 2) กลุ่มที่ต้องใช้การตัดสินใจของมนุษย์เข้ามาช่วยในการแก้ไข (Subjective) ซึ่งไม่สามารถแก้ไขได้แบบอัตโนมัติได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้แนวทางในกลุ่มที่ 1 ซึ่งสามารถแก้ไขได้แบบอัตโนมัติมาใช้ในการระบุ และพัฒนาสำหรับการปรับเปลี่ยนภาษาเอชทีเอ็มแอล แต่อย่างไรก็ตาม จะมีแนวทางบางข้อที่มีความซับซ้อนมากซึ่งจำเป็นต้องการความรู้ความสามารถของมนุษย์ในการประเมินและทำความเข้าใจด้วย สำหรับขอบเขตของการแก้ไขความสามารถในการเข้าถึงเว็บไซต์ด้วยส่วนต่อขยายนี้ จะแสดงในตารางที่ 3 โดยเป็นการแก้ไขตามเกณฑ์ความสำเร็จของดัชนีวีซีเอจี

ตารางที่ 3 เกณฑ์ความสำเร็จที่ใช้ในงานวิจัยนี้

หัวข้อที่	เกณฑ์ความสำเร็จ	คำอธิบาย
1.1.1	เนื้อหาที่ไม่ใช่ข้อความ	เนื้อหาที่นำเสนอบนเว็บเพจที่ไม่ใช่ตัวอักษร จำเป็นจะต้องมีการสร้างทางเลือกในการเข้าถึง
1.3.1	ข้อมูลและความสัมพันธ์	ข้อมูล, โครงสร้าง และความสัมพันธ์ที่นำเสนอบนเว็บเพจ ต้องสามารถแสดงให้เห็นได้ในรูปแบบข้อความ
1.3.3	คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความรู้สึก	ทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่แสดงออกถึงความรู้สึก
1.4.1	การใช้สี	การใช้สีนั้น ไม่ได้ใช้เพียงการสื่อความหมายทางทัศนศิลป์ในการแสดงข้อมูล แต่ต้องบ่งบอกการกระทำหรือสร้างความแตกต่างจากการมองเห็น
1.4.3	การเปรียบเทียบ (ขั้นต่ำ)	การนำเสนอที่เห็นได้ของตัวอักษร และภาพของตัวอักษร จะมีอัตราส่วนความต่างอย่างน้อย 5:1
1.4.4	การปรับขนาดข้อความ	ตัวอักษร สามารถลดขนาดโดยปราศจาก เครื่องมือช่วยเหลือภายนอกเว็บไซต์ได้ถึง 200% โดยที่ไม่สูญเสียข้อมูลและความสามารถ ยกเว้นกรณีตัวอักษรนี้เป็นคำบรรยายภาพ หรือเป็นภาพของตัวอักษร

1.4.7	ไม่มีเสียงประกอบหรือมีเสียงเบา	ต้องไม่มีคอนเทนต์ที่ก่อให้เกิดเสียงพื้นหลัง หรือการเล่นอัตโนมัติ อันเป็นสิ่งที่รบกวนความสามารถในการฟังของมนุษย์
1.4.8	การนำเสนอทางการเห็น	สีพื้นและสีพื้นหลัง สามารถถูกเลือกได้โดยผู้ใช้ และตัวอักษรสามารถถูกลดขนาดได้โดยปราศจากเครื่องมือช่วยเหลือ
2.1.2	ไม่มีกับดักแป้นพิมพ์	ต้องไม่มีการสร้างเหตุการณ์ที่อาจทำให้เกิดเป็นกับดักของแป้นพิมพ์อันเป็นเหตุให้ผู้ใช้ไม่สามารถเลื่อนโฟกัสออกจากองค์ประกอบนั้นๆ ได้
2.3.1	แสงวาบสามครั้ง หรือต่ำกว่าค่าเริ่มต้น	หน้าเว็บต้องไม่มีเนื้อหาที่อาจก่อให้เกิดแสงกระพริบหรือแสงวาบเกินสามครั้งต่อหนึ่งวินาที หรือต้องไม่เป็นแสงที่ต่ำกว่าค่าแสงปกติ
2.3.2	แสงวาบสามครั้ง	หน้าเว็บจะต้องไม่มีสิ่งใดที่มีแสงวาบเกิดสามครั้งต่อหนึ่งวินาที
2.4.5	ความหลากหลาย	ต้องมีวิธีที่จะบอกตำแหน่งของหน้าเว็บปัจจุบัน
2.4.7	มองเห็นโฟกัส	ต้องทำให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นโฟกัสของการควบคุมได้อย่างเด่นชัด

ในงานวิจัยนี้ พัฒนาด้วยส่วนต่อขยายของไฟร์ฟอกซ์โดยวิธีการปรับปรุงความสามารถในการเข้าถึงของเว็บเพจ มีสิ่งที่จะต้องดำเนินการในการพัฒนาคือ 1. กฎที่ใช้ในการตรวจสอบ (Checkpoint rules) ที่สร้างขึ้นโดยใช้การนิยามนิพจน์ของเอกซ์พาทหรือจาวาสคริปต์จากการนิยามตามแนวทางของดับบริวซีเอจี และ 2. กฎที่ใช้ในการแก้ไข (Fixing rules) โดยสร้างขึ้นมาให้สอดคล้องกับกฎที่ใช้ในการตรวจสอบและตามเกณฑ์ความสำเร็จของดับบริวซีเอจี ซึ่งในส่วนนี้จะถูกพัฒนาโดยจาวาสคริปต์สำหรับรูปที่ 18 ได้แสดงลำดับขั้นของแนวทางดับบริวซีเอจี ที่ผสมผสานกับกฎที่ต้องใช้ในการตรวจสอบและการแก้ไขของงานวิจัยฉบับนี้



รูปที่ 18 แผนภาพคลาสของแนวทางดับบริวซีเอจี้กับส่วนต่อขยาย

3.2.1 การสร้างตัวตรวจสอบด้วยเอกซ์พาร์

เอกซ์พาร์ โดยการใช้งานปกติแล้วจะถูกใช้เพื่อเป็นตัวนำทางไปยังอิลิเมนต์และแอตทริบิวต์ต่างๆ ในเอกสารเอกซ์เอ็มแอล โดยสำหรับงานวิจัยนี้ จะใช้ เอกซ์พาร์ ในการประเมินอิลิเมนต์ของเอชทีเอ็มแอลคอม กับการระบุส่วนที่ต้องตรวจสอบ (checkpoint) โดยสร้างขึ้นเป็นกฎของเอกซ์พาร์กรณีที่มีอิลิเมนต์ของเอชทีเอ็มแอลคอมไม่เป็นไปตามแนวทางของดับบริวซีเอจี้จะถูกส่งค่ากลับในรูปแบบจาวาสคริปต์เพื่อใช้ในการอ้างอิงเพื่อปรับเปลี่ยน ให้กฎของการแก้ไขสอดคล้องกับเกณฑ์ความสำเร็จโดยเป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 นิพจน์เอกซ์พาร์ที่กำหนดใช้ในงานวิจัย

ลำดับที่	นิพจน์ของเอกซ์พาร์
1	//b
2	//marquee
3	//l
4	//img[not(@alt)]
5	//h1[not(@role) and not(@aria-level)]
6	//h2[not(@role) and not(@aria-level)]
7	//h3[not(@role) and not(@aria-level)]
8	//meta[@http-equiv='refresh']
9	//span[@onkeypress and not(@role)]
10	//span[@onclick and not(@role)]

11	//a[@href='#']
12	//a[contains(@href,'http://www.')]
13	//img[contains(@src,'.gif')]
14	//*[@type='application/x-shockwave-flash']
15	//iframe[not(@title)]
16	//iframe[contains(@title,' ')]
17	//audio[@autoplay] //video[@autoplay]

3.2.2 แนวทางการสร้างตัวแก้ไขและปรับปรุง

แนวทางการสร้างตัวแก้ไขและปรับปรุงสร้างได้จาก การทำงานด้วยจาวาสคริปต์ซึ่งรับข้อมูล นำเข้ามาจากเอกซ์พาทโดยมีแนวทางการแก้ไขเป็นไปดังรูปที่ 19 และนอกเหนือจากนั้นได้มีการเปิด แอตทริบิวต์หน้าในส่วนของแนวทางของดับบลิวเอไอซีดีเออาร์ไอเอ เข้าไปด้วย

ในรูปที่ 19 แสดงตัวอย่างการเขียนตัวแก้ไขในส่วนต่อขยายตัวจาวาสคริปต์โดยการใช้กฎของ เอกซ์พาทที่สร้างขึ้นมาเป็นตัวอ้างอิงที่อยู่ของเงื่อนไขนั้น ๆ

```
self.port.on("boldToStrong", function(xpath) {
  $_x(xpath).each(function(index) {
    $(this).replaceWith( "<strong>" + $( this ).text() + "</strong>" );
    console.log("Detect bold element : " + $( this ).text());
    console.log("Replace with strong : " + "<strong>" + $( this ).text() + "</strong>");
  });});
```

รูปที่ 19 ตัวอย่างการเขียนจาวาสคริปต์ในส่วนต่อขยายเพื่อแก้ไขเอชทีเอ็มแอล

ตารางที่ 5 แนวทางการปรับปรุงด้วยส่วนต่อขยาย

หัวข้อที่	เกณฑ์ความสำเร็จ	แนวทางการปรับปรุง
1.1.1	เนื้อหาที่ไม่ใช่ข้อความ	ปรับปรุงโดยทำการเพิ่มแอตทริบิวต์ทางเลือกในข้อความรูปภาพโดยการใช้เทคโนโลยีไอซีอาร์เข้ามาทำการวิเคราะห์รูป
1.3.1	ข้อมูลและความสัมพันธ์	ส่วนต่อขยายต้องสามารถจัดข้อมูลให้อยู่ในลักษณะข้อมูลแถวเดียวที่มีความสัมพันธ์กันได้

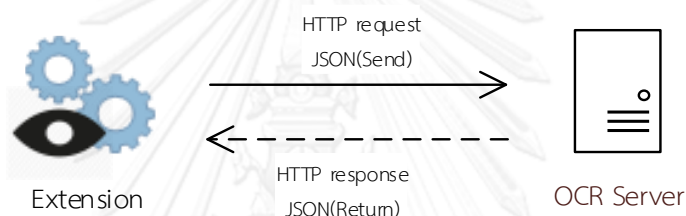
1.3.3	คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการรับความรู้สึก	ปรับปรุงโดยการแปลงข้อความที่แสดงแทนอารมณ์ (Emoticons) ออกมาเป็นข้อความที่มีความหมายได้
1.4.1	การใช้สี	ปรับปรุงโดยการเน้นเพิ่มจุดสังเกตข้อความที่สามารถคลิกได้ เพื่อให้ผู้ใช้มองเห็นถึงความแตกต่างได้ชัดเจน
1.4.3	การเปรียบเทียบ (ขั้นต่ำ)	เพิ่มความแตกต่างของสีพื้นหลังกับสีตัวอักษรโดยให้ผู้ใช้เป็นผู้กระทำ
1.4.4	การปรับขนาดข้อความ	ปรับปรุงโดยการแทรกเครื่องมือปรับขนาดอักษรเข้าไปยังหน้าเว็บเพจโดยไม่ต้องไม่ทำให้รูปภาพมีการเปลี่ยนแปลง
1.4.7	ไม่มีเสียงประกอบหรือมีเสียงเบา	ปรับปรุงโดยการหยุดการเล่นสื่อโดยอัตโนมัติ
1.4.8	การนำเสนอทางการเห็น	ปรับปรุงโดยเพิ่มชุดคำสั่งที่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนสีพื้นหลังได้โดยการเตรียมชุดสีที่ทำให้เพิ่มความสามารถในการอ่านได้ดีขึ้น
2.1.2	ไม่มีก๊าดักแป้นพิมพ์	ปรับปรุงโดยการให้ผู้ใช้เลือกที่จะยกเลิกคำสั่งเหตุการณ์ที่มีผลทำให้เกิดก๊าดักแป้นพิมพ์
2.3.1	แสงวาบสามครั้ง หรือต่ำกว่าค่าเริ่มต้น	ปรับปรุงโดยการควบคุมการทำงานของเนื้อหาที่อาจก่อให้เกิดการกระพริบหรือแสงวาบ
2.3.2	แสงวาบสามครั้ง	ปรับปรุงโดยการควบคุมหรือหยุดการทำงานของเนื้อหาที่อาจก่อให้เกิดการกระพริบหรือแสงวาบ
2.4.5	ความหลากหลาย	ปรับปรุงโดยการการสร้างสารบัญเว็บเพจและบอกให้ผู้ใช้รู้ว่าอยู่ตำแหน่งหัวข้อใดของเว็บเพจ
2.4.7	มองเห็นโฟกัส	ปรับปรุงโดยการเน้นความชัดเจนในการแสดงโฟกัสของหน้าเว็บเพจ

3.3 แนวทางการสร้างระบบโอซีอาร์

ระบบการประมวลผลรับรู้ของโอซีอาร์ในงานวิจัยนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของส่วนต่อขยายให้สามารถช่วยผู้พิการทางสายตาได้ดียิ่งขึ้นและเป็นเกณฑ์ความสำเร็จที่ 1.1.1 เป็นตัวที่ใช้ในการประมวลผลข้อความภาพบนหน้าเว็บเพจออกมาเป็นตัวอักษร (text) เพื่อให้ซอฟต์แวร์ช่วยอ่านสามารถอ่านออกมาเป็นเสียงได้

3.3.1 ภาพรวมของแนวทางการสร้างระบบโอซีอาร์

ระบบโอซีอาร์จะทำงานในส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยติดต่อกับส่วนต่อขยายผ่านทางโปรโตคอลเอชทีทีพีในรูปแบบของเจสัน (JSON : Java Script Object Notation) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 20 และโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์ต้องการข้อมูลนำเข้าจากส่วนต่อขยายตามตารางที่ 6 และส่งกลับข้อมูลไปให้ส่วนต่อขยายตามตารางที่ 7



รูปที่ 20 การรับส่งข้อมูลระหว่างส่วนต่อขยายและโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์

ตารางที่ 6 ข้อมูลนำเข้าของระบบโอซีอาร์

ข้อมูลนำเข้า	คำอธิบาย
Element_ID	หมายเลขไอดีของอีลีเมนต์ที่ต้องการประมวลผล
Image_URL	ที่อยู่ของรูปภาพที่ใช้ในการประมวลผล

ตารางที่ 7 ข้อมูลส่งกลับของระบบโอซีอาร์

ข้อมูลส่งกลับ	คำอธิบาย
Element_ID	ส่งกลับหมายเลขไอดีของอีลีเมนต์
Alt_text	ข้อความที่โอซีอาร์ประมวลผลได้

3.3.2 แนวทางการเตรียมข้อมูลนำเข้าโอซีอาร์

เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดการเตรียมข้อมูลนำเข้าโอซีอาร์สำหรับงานวิจัยนี้ต้องจัดเตรียมให้เหมาะสมเป็นค่ากลางเนื่องจากผู้ใช้งานเป็นผู้พิการทางสายตาจึงไม่สามารถปรับแต่งค่าได้ด้วยตัวเอง โดยมีแนวทางการเตรียมการดังนี้

1. ตัดขอบ (trim) ส่วนที่ไม่มีข้อมูลของรูปภาพโดยจะตัดเฉพาะส่วนสีขาวทิ้งเพื่อลดความผิดพลาดในการประมวลผลของไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์
2. ทำการแปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบของสีเทา (Gray scale) เพื่อนำไปดึงค่าความต่างสีในข้อที่ 3
3. เพิ่มค่าความเปรียบต่างให้กับรูปภาพเพื่อแยกส่วนสีขาวกับส่วนสีดำให้ได้มากที่สุด ซึ่งทำให้มีการมองเห็นที่ชัดเจนขึ้น



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4

การออกแบบและพัฒนาระบบ

สำหรับรายละเอียดในบทนี้เป็นการอธิบายถึงการออกแบบและพัฒนาระบบที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความต้องการตามที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 โดยเนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วยข้อกำหนดเบื้องต้นของระบบ ความต้องการเชิงหน้าที่ แผนภาพยูสเคส คำอธิบายยูสเคส การออกแบบ และการพัฒนาระบบ

4.1 ข้อกำหนดเบื้องต้นของระบบ

ข้อกำหนดเบื้องต้นของระบบ ถูกกำหนดไว้เพื่อให้ระบบที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยมีข้อกำหนดเบื้องต้น 4 ข้อดังนี้

1. ผู้ใช้งานระบบ (User)
เป็นผู้ที่มีความบกพร่องทางด้านการมองเห็น ได้แก่ คนตาบอดที่ใช้ เครื่องมือช่วยเหลือประเภทซอฟต์แวร์ประเภทอ่านหน้าจอ (Screen Reader) และประเภทสายตาเลื่อนราง
2. ข้อมูลนำเข้า (Input)
ชุดข้อมูลเอชทีเอ็มแอลคอม ที่รับมาจากการร้องขอไปยัง server
3. ข้อมูลนำออก (Output)
เอชทีเอ็มแอลคอม ที่ได้รับการปรับปรุงให้เป็นไปตามดับบลิวซีเอจี้ 2.0
4. ข้อจำกัดของระบบ (Constraints)
หากชุดข้อมูลเอชทีเอ็มแอลคอม ที่ได้รับมา ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดขององค์กรพัฒนาเทคโนโลยีเว็บดับบลิวทีซี ทำให้การแก้ไขโดยซอฟต์แวร์นี้มีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดได้

4.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ สามารถทำการวิเคราะห์จากความต้องการเชิงหน้าที่เพื่อให้สามารถอธิบายด้วยแผนภาพยูสเคส (Use-case Diagram) ได้ดังนี้

4.2.1 ความต้องการเชิงหน้าที่ (Functional Requirements)

ความต้องการเชิงหน้าที่ ของส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถการเข้าถึงเว็บสำหรับผู้พิการทางสายตาสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 8

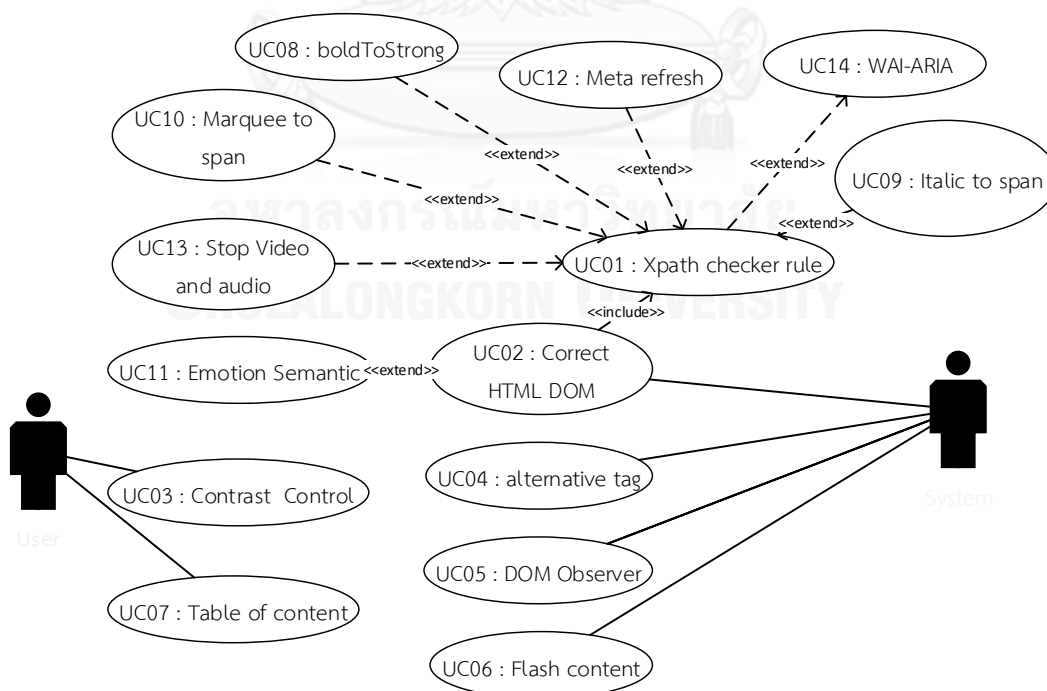
ตารางที่ 8 ความต้องการเชิงหน้าที่ของระบบ

รหัสอ้างอิง	ความต้องการเชิงหน้าที่
FQ-01	ระบบสามารถตรวจสอบอิลิเมนต์ ของเอชทีเอ็มแอลที่ไม่เป็นไปตามแนวทางในการพัฒนาเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ ด้วยกฎของเอ็กซ์พาทที่นิยามขึ้นได้

FQ-02	ระบบสามารถแก้ไขเอชทีเอ็มแอลคอมในบางอิลิเมนต์ให้เป็นไปตามแนวทางในการพัฒนาเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้โดยใช้มาตรฐาน ดับบลิวซีเอจี และ ดับบลิวเอไอซีดีเออาร์ไอเอ
FQ-03	ระบบมีเครื่องมือในการช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถปรับขนาดตัวอักษรและสีพื้นหลัง ของเว็บไซต์ เองได้
FQ-04	ระบบสามารถแปลภาพที่เป็นข้อความที่เกิดขึ้นจากการพิมพ์มาเป็นตัวอักษรเพื่อนำไปใส่ในแอดทริบิวต์ทางเลือกได้
FQ-05	ระบบสามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของหน้าเว็บไซต์ที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยเอแจกซ์ และสามารถบอกให้ โปรแกรมอ่านหน้าจอรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้ ดับบลิวเอไอซีดีเออาร์ไอเอ
FQ-06	ระบบสามารถหยุดและป้องกันการกระพริบของคอนเทนท์ ที่เป็นรูปภาพ หรือ แฟลชได้
FQ-07	ระบบสามารถสร้างสารบัญของหน้าเว็บเพจได้

4.2.2 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคสเป็นหนึ่งในแผนภาพยูเอ็มแอล (UML : Unified Markup Language) เป็นแผนภาพที่ใช้อธิบายถึงความต้องการเชิงหน้าที่ของระบบ และความสัมพันธ์กับผู้ใช้งานในบทบาทต่างๆ ซึ่งแสดงได้ในรูปที่ 21



รูปที่ 21 แผนภาพยูสเคสความต้องการของระบบ

4.2.3 คำอธิบายยูสเคส

คำอธิบายยูสเคส เป็นการอธิบายถึงฟังก์ชันการทำงานของระบบที่ปรากฏอยู่ในแผนภาพยูสเคสในรูปแบบที่ 21 โดยคำอธิบายยูสเคสแสดงได้ดังตารางที่ 9 ถึง ตารางที่ 22

ตารางที่ 9 คำอธิบายยูสเคส Xpath checker rules

หมายเลขยูสเคส:	UC01	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนการทำงานหลัก		
ผู้เกี่ยวข้อง:	ระบบ		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการใช้อ็วซ์พาร์มาตรวจสอบ อิลิเมนต์ที่ไม่เป็นไปตามแนวทางของดับบลิวซีเอจี		
เงื่อนไขขั้นต้น:	ชุดของอ็วซ์พาร์ที่ผู้พัฒนาระบบกำหนดขึ้นมา		
การทำงานโดยปกติ:	<ol style="list-style-type: none"> ระบบตรวจสอบเอชทีเอ็มแอลคอมด้วยชุดกฎของอ็วซ์พาร์ที่กำหนด ระบบบอกถึงอิลิเมนต์ที่ไม่เป็นไปตามกฎที่กำหนดไว้ 		
ทางเลือกเพิ่มเติมในการทำงาน:	-		

ตารางที่ 10 คำอธิบายยูสเคส Correct HTML DOM

หมายเลขยูสเคส:	UC02		
ความสำคัญ:	ส่วนการทำงานหลัก	เวอร์ชัน:	1.0
ผู้เกี่ยวข้อง:	ระบบ		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการแก้ไขเอชทีเอ็มแอลคอมโดยการสร้าง แก้ไข และลบส่วนประกอบของเอลทีเอ็มแอลคอม		
เงื่อนไขขั้นต้น:	ตำแหน่งของอิลิเมนต์ที่ได้จาก UC01		
การทำงานโดยปกติ:	<ol style="list-style-type: none"> ระบบรับตำแหน่งของอิลิเมนต์ที่มีข้อผิดพลาด ระบบแก้ไขอิลิเมนต์นั้นตามข้อกำหนดที่กำหนดขึ้น 		
ทางเลือกเพิ่มเติมในการทำงาน:	-		

ตารางที่ 11 คำอธิบายยูสเคส Contrast Control

หมายเลขยูสเคส:	UC03	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนการทำงานหลัก		
ผู้เกี่ยวข้อง:	ผู้ใช้งาน		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการใช้ ส่วนต่อขยายในการเปลี่ยนสีพื้นหลังและสีตัวอักษร		
เงื่อนไขขั้นต้น:	-		
การทำงานโดยปกติ:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กดปุ่ม alt+F1 บนคีย์บอร์ด 2. ระบบทำการเปลี่ยนสีพื้นหลัง และตัวอักษรโดยการเข้าไปควบคุมซีเอสเอส 		
ทางเลือกเพิ่มเติมในการทำงาน:	-		

ตารางที่ 12 คำอธิบายยูสเคส Alternative tag

หมายเลขยูสเคส:	UC04		
ความสำคัญ:	ส่วนการทำงานหลัก	เวอร์ชัน:	1.0
ผู้เกี่ยวข้อง:	ไอซีอาร์ เซิร์ฟเวอร์		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการแทรกแอตทริบิวต์ ทางเลือกใน อิลิเมนต์ 		
เงื่อนไขขั้นต้น:	อิลิเมนต์ที่ได้จาก กฎของเอกซ์พาร์ //img[not(@alt)]		
การทำงานโดยปกติ:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่วนต่อขยายตรวจสอบอิลิเมนต์ img ที่ไม่มีแอตทริบิวต์ทางเลือก 2. ส่วนต่อขยายทำการส่งรูปภาพไปให้ server OCR ทำการแปลงภาพให้เป็นข้อความ 3. ส่วนต่อขยายรับข้อความกลับมาจาก OCR server แล้วทำการสร้างแอตทริบิวต์ทางเลือกและนำ ข้อความที่ได้รับไปใส่ในแอตทริบิวต์ทางเลือก 		
ทางเลือกเพิ่มเติมในการทำงาน:	หากรูปภาพมีขนาดความกว้างน้อยกว่า 50 พิกเซลหรือความยาวน้อยกว่า 50 พิกเซล ส่วนต่อขยายจะสร้างแอตทริบิวต์ทางเลือก โดยใส่เป็นข้อความว่างเปล่า		

ตารางที่ 13 คำอธิบายยูสเคส DOM Observer

หมายเลขยูสเคส:	UC05	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนการทำงานหลัก (High)		
ผู้เกี่ยวข้อง:			
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของเอชทีเอ็มแอลดอมและแทรกแอตทริบิวต์ live regions เข้าไป		
เงื่อนไขขั้นต้น:	-		
การทำงานโดยปกติ:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่วนต่อขยายเฝ้าตรวจสอบเอชทีเอ็มแอลดอมตามอิลิเมนต์หรือแอตทริบิวต์ที่กำหนดไว้ 2. เมื่อพบการเปลี่ยนแปลงจะทำการแทรกแอตทริบิวต์ live regions เพื่อให้เครื่องมือช่วยเหลือผู้พิการรู้ว่ามีเปลี่ยนแปลง 		
ทางเลือกเพิ่มเติมในการทำงาน:	-		

ตารางที่ 14 คำอธิบายยูสเคส Flash content

ชื่อยูสเคส:	Flash content		
หมายเลขยูสเคส:	UC06	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนการทำงานหลัก		
ผู้เกี่ยวข้อง:	ผู้ใช้งาน		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการหยุดและป้องกันการกระพริบของคอนเทนท์ที่เป็นรูปภาพ หรือ แฟลชได้		
เงื่อนไขขั้นต้น:	อิลิเมนต์ที่ได้จาก กฎของเอกซ์พาร์ <pre>//*[@type='application/x-shockwave-flash']</pre> <pre>//img[contains(@src,'.gif')]</pre>		
การทำงานโดยปกติ:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่วนขยายทำการตรวจสอบอิลิเมนต์ที่อาจมีการกระพริบเกิดขึ้น 2. หากพบอิลิเมนต์ที่อาจมีคอนเทนท์ที่เป็นรูปภาพที่สามารถกระพริบได้ส่วนขยายจะทำการหยุดภาพไว้ที่เฟรมแรก 3. หากพบอิลิเมนต์ที่มีคอนเทนท์เป็นแฟลช ส่วนขยายจะสร้างรูปสี่มาปิดไว้ 4. หากผู้ใช้นำเมาส์ไปวางบนคอนเทนท์ตัวคอนเทนท์จะเล่นปกติ 		

ทางเลือกเพิ่มเติมใน การทำงาน:	-
----------------------------------	---

ตารางที่ 15 คำอธิบายยูสเคส Table of content

ชื่อยูสเคส:	Table of content		
หมายเลขยูสเคส:	UC07	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนการทำงานหลัก		
ผู้เกี่ยวข้อง:	ผู้ใช้งาน		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงเหตุการณ์ที่ผู้ใช้เรียกใช้สารบัญเว็บเพจ		
เงื่อนไขขั้นต้น:	อิลิเมนต์ที่ได้จาก กฎของเอกซ์พาร์ //h1[not(@role) and not(@aria-level)] //h2[not(@role) and not(@aria-level)] //h2[not(@role) and not(@aria-level)]		
การทำงานโดยปกติ:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กดปุ่ม Alt+F3 เพื่อแสดงส่วนของสารบัญ 2. ส่วนต่อขยายทำการเรียกหาอิลิเมนต์ที่กำหนดไว้โดยเอกซ์พาร์มาสร้างเป็นสารบัญ 3. ผู้ใช้กดปุ่ม Alt+F3 อีกครั้งเพื่อปิดการแสดงผลสารบัญ 		
ทางเลือกเพิ่มเติมใน การทำงาน:	-		

ตารางที่ 16 คำอธิบายยูสเคส Bold To Strong

หมายเลขยูสเคส:	UC08	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนเสริม		
ผู้เกี่ยวข้อง:	-		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการที่ระบบตรวจพบอิลิเมนต์ ซึ่งไม่มี ความหมายในการใช้งานสำหรับโปรแกรมอ่านหน้าจอ แล้วทำการ เปลี่ยนเป็น อิลิเมนต์ แทน		
เงื่อนไขขั้นต้น:	อิลิเมนต์ที่ได้จาก กฎของเอกซ์พาร์ //b		
การทำงานโดยปกติ:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบค้นหาอิลิเมนต์ที่กำหนดไว้ตามกฎของเอกซ์พาร์ 		

	2. ระบบแก้ไขอิลิเมนต์ เป็น
ทางเลือกเพิ่มเติมใน การทำงาน:	-

ตารางที่ 17 คำอธิบายยูสเคส Italic to span

หมายเลขยูสเคส:	UC09	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนเสริม		
ผู้เกี่ยวข้อง:	-		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการที่ระบบตรวจพบอิลิเมนต์ <i> ซึ่งไม่มี ความหมายในการใช้งานสำหรับโปรแกรมอ่านหน้าจอ แล้วทำการ เปลี่ยนเป็น อิลิเมนต์ แทนตามคำแนะนำของดับบลิวซีเออี		
เงื่อนไขขั้นต้น:	อิลิเมนต์ที่ได้จาก กฎของเอกซ์พาร์ //i		
การทำงานโดยปกติ:	1. ระบบค้นหาอิลิเมนต์ที่กำหนดไว้ตามกฎของเอกซ์พาร์ 2. ระบบแก้ไขอิลิเมนต์ <i> เป็น 		
ทางเลือกเพิ่มเติมใน การทำงาน:	-		

ตารางที่ 18 คำอธิบายยูสเคส Remove Marquee

หมายเลขยูสเคส:	UC10	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนเสริม		
ผู้เกี่ยวข้อง:	-		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการที่ระบบตรวจพบอิลิเมนต์ <marquee> แล้วทำ การลบอิลิเมนต์นี้ออกไป		
เงื่อนไขขั้นต้น:	อิลิเมนต์ที่ได้จาก กฎของเอกซ์พาร์ //Marquee		
การทำงานโดยปกติ:	1. ระบบค้นหาอิลิเมนต์ที่กำหนดไว้ตามกฎของเอกซ์พาร์ 2. ระบบทำการลบอิลิเมนต์ <marquee> ออกไป		
ทางเลือกเพิ่มเติมใน การทำงาน:	-		

ตารางที่ 19 คำอธิบายยูสเคส Emotion Text

หมายเลขยูสเคส:	UC11	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนเสริม		
ผู้เกี่ยวข้อง:	-		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการที่ระบบตรวจพบข้อความที่แสดงอารมณ์ (emoticon) ที่กำหนดไว้แล้วทำการสร้างข้อความทางเลือก		
เงื่อนไขขั้นต้น:	-		
การทำงานโดยปกติ:	1. ระบบทำการตรวจสอบแบบข้อความที่ได้กำหนดไว้ 2. หากตรวจพบระบบทำการใส่ข้อความทางเลือกเข้าไป		
ทางเลือกเพิ่มเติมในการทำงาน:	-		

ตารางที่ 20 คำอธิบายยูสเคส Meta refresh

หมายเลขยูสเคส:	UC12	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนเสริม		
ผู้เกี่ยวข้อง:	-		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการที่ระบบตรวจพบการเปลี่ยนหน้าแบบอัตโนมัติแบบหน่วงเวลาของเว็บเพจ แล้วระบบทำการยกเลิกการหน่วงเวลา		
เงื่อนไขขั้นต้น:	อิลิเมนต์ที่ได้จาก กฎของเอกซ์พาร์ //meta[@http-equiv='refresh']		
การทำงานโดยปกติ:	1. ระบบตรวจสอบการหน่วงเวลาจากกฎของเอกซ์พาร์ที่กำหนดไว้ 2. ระบบทำการยกเลิกการหน่วงเวลาเปลี่ยนหน้า		
ทางเลือกเพิ่มเติมในการทำงาน:	-		

ตารางที่ 21 คำอธิบายยูสเคส Stop Video and audio

หมายเลขยูสเคส:	UC13	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนเสริม		
ผู้เกี่ยวข้อง:	-		

รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการที่ระบบตรวจพบแอตทริบิวต์ “autoplay” ของอิลิเมนต์ audio และ video แล้วทำการลบออก
เงื่อนไขขั้นต้น:	อิลิเมนต์ที่ได้จาก กฎของเอกซ์พาร์ //audio[@autoplay] //video[@autoplay]
การทำงานโดยปกติ:	1. ผู้ใช้กดปุ่ม Alt+F3 เพื่อแสดงส่วนของสารบัญ 2. ส่วนต่อขยายทำการเรียกหาอิลิเมนต์ที่กำหนดไว้โดย Xpath มาสร้างเป็นสารบัญ 3. ผู้ใช้กดปุ่ม Alt+F3 อีกครั้งเพื่อปิดการแสดงผลสารบัญ
ทางเลือกเพิ่มเติมในการทำงาน:	-

ตารางที่ 22 คำอธิบายยูสเคส Insert WAI-ARIA

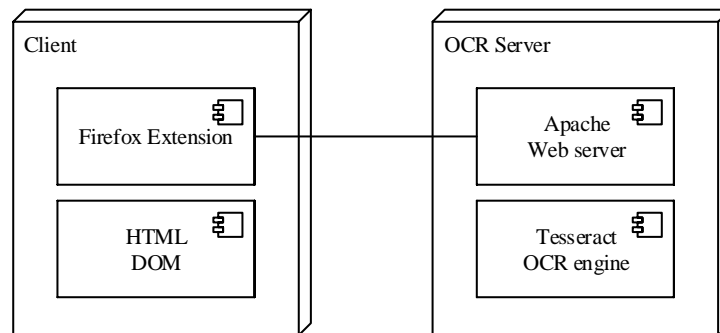
หมายเลขยูสเคส:	UC14	เวอร์ชัน:	1.0
ความสำคัญ:	ส่วนเสริม		
ผู้เกี่ยวข้อง:	-		
รายละเอียดโดยย่อ:	ยูสเคสนี้อธิบายถึงการแทรกแอตทริบิวต์ WAI-ARIA		
เงื่อนไขขั้นต้น:	อิลิเมนต์ที่ได้จาก กฎของเอกซ์พาร์ //span[@onkeypress and not(@role)] //span[@onclick and not(@role)] //a[@href='#']		
การทำงานโดยปกติ:	1. ระบบค้นหาอิลิเมนต์ที่กำหนดไว้ตามกฎของเอกซ์พาร์ 2. ระบบทำการแทรกแอตทริบิวต์ WAI-ARIA		
ทางเลือกเพิ่มเติมในการทำงาน:	-		

4.3 การออกแบบระบบ

เมื่อได้ความต้องการของระบบแล้ว จึงทำการออกแบบระบบโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1) ส่วนซอฟต์แวร์ส่วนต่อขยายบนเว็บเบราว์เซอร์ของผู้ใช้ 2) ส่วนของระบบไอซีอาร์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

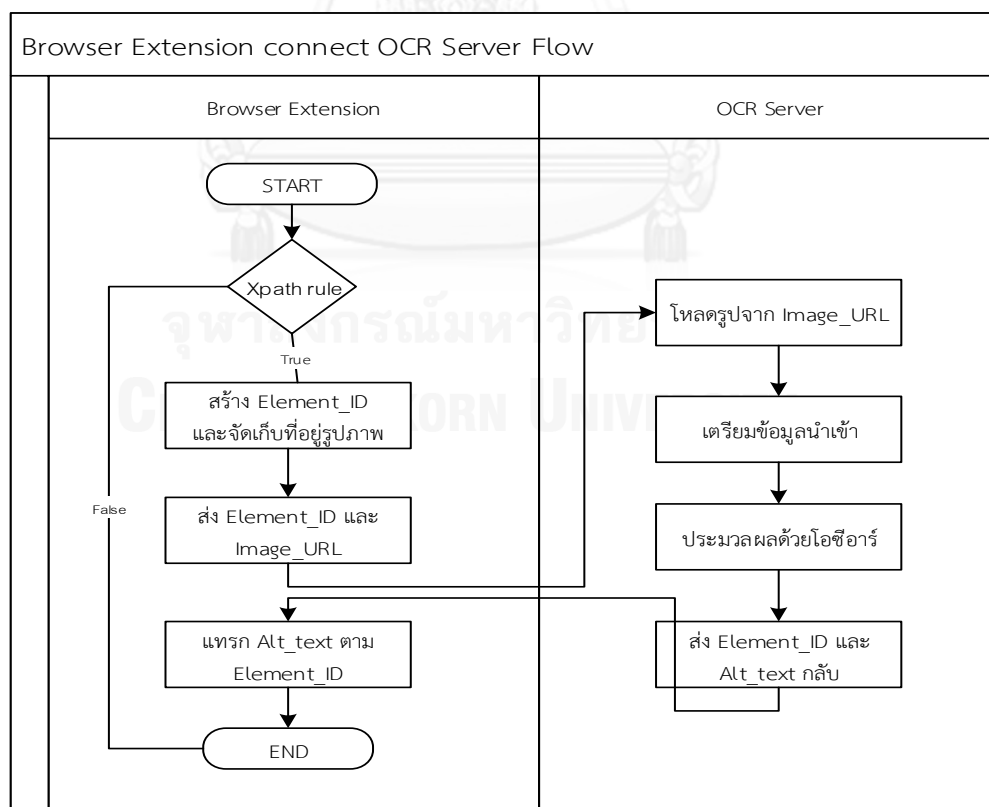
4.3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบ ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอฟต์แวร์ส่วนต่อขยาย และระบบไอซีอาร์ สามารถแสดงด้วยแผนภาพองค์ประกอบ (Component Diagram) ดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 แผนภาพส่วนประกอบของโอซีอาร์กับส่วนต่อขยาย

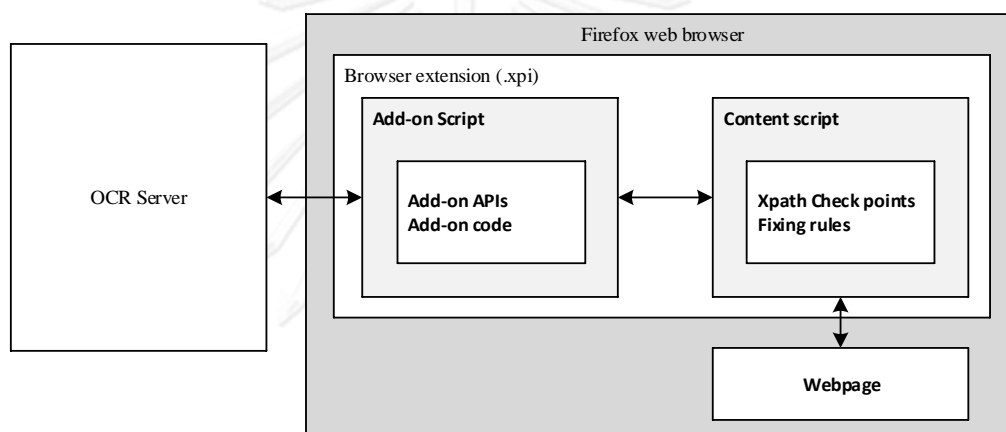
ส่วนของผู้ใช้ (Client) ประกอบไปด้วยส่วนของส่วนต่อขยายของไฟร์ฟอกซ์ (Firefox Extension) ทำหน้าที่ในการจัดการกับเอชทีเอ็มแอลดอม (HTML DOM) ซึ่งส่วนต่อขยายนี้สร้างโดยภาษาจาวาสคริปต์ ในฝั่งของโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์ (OCR Server) จะประกอบไปด้วย อพาเช่เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Apache Web Server) เพื่อติดตั้งชุดอ่านภาษาพีเอชที และตัวโอซีอาร์เอนจิน (Tesseract OCR engine) สำหรับวิเคราะห์ข้อความภาพ โดยมีหลักการทำงานร่วมกันดังรูปที่ 23 การส่งข้อมูลระหว่างส่วนต่อขยายกับโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์ กล่าวคือ ตัวเว็บเพจทำการส่งข้อความภาพผ่านทางส่วนต่อขยายเพื่อนำไปให้โอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์วิเคราะห์ภาพ โดยมีพารามิเตอร์ คือ ตัวเลขระบุอิลิเมนต์ (Element_ID) และที่อยู่ของรูปภาพ (Image_URL) และเมื่อโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์วิเคราะห์เสร็จแล้ว จะส่งข้อความ (Alt_text) พร้อมระบุเลขอิลิเมนต์กลับมาเพื่อให้ส่วนต่อขยายจัดการต่อไป



รูปที่ 23 การส่งข้อมูลระหว่างส่วนต่อขยายกับโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์

4.3.2 สถาปัตยกรรมของส่วนต่อขยาย

สถาปัตยกรรมของส่วนต่อขยาย บราวเซอร์ได้ถูกออกแบบมาดังรูปที่ 24 ส่วนต่อขยาย บราวเซอร์ที่มีนามสกุลเอกซ์พีไอ (.xpi) ได้พัฒนาขึ้นจากชุดเครื่องมือสำหรับพัฒนาส่วนต่อขยายของ ไฟร์ฟอกซ์ (Firefox SDK) ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ 1) สคริปต์ของส่วนขยาย (Add-on script) และ 2) สคริปต์ในส่วนของเนื้อหา (Content script) ซึ่งประกอบด้วยชุดเชื่อมต่อของส่วนขยาย (Add-on APIs) และชุดภาษาของส่วนขยาย (Add-on code) เป็นส่วนประมวลผลหลักของการสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ และการติดต่อกับโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์โดย สำหรับสคริปต์ของส่วนขยายจะไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บเพจได้โดยตรง จะเป็นเพียงสคริปต์ในส่วนของเนื้อหาเท่านั้น ที่จัดการเว็บเพจผ่านการกำหนดจุดตรวจสอบของเอกซ์พาร์ โดยเกี่ยวข้องกับกฎที่ใช้ในการแก้ไขในส่วนที่สร้างจากจาวาสคริปต์



รูปที่ 24 รูปสถาปัตยกรรมของส่วนต่อขยาย

4.4 ขั้นตอนการพัฒนาาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา สำหรับการพัฒนาระบบนี้ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ และการติดตั้งซอฟต์แวร์ในการพัฒนาระบบ

4.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถการเข้าถึงเว็บ สำหรับผู้พิการทางสายตามีดังต่อไปนี้

- ฮาร์ดแวร์
 - หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) อินเทล คอร์ไอเซเว่น 2.2 กิกะเฮิร์ตซ์
 - หน่วยความจำหลัก (Ram) 8 กิกะไบต์ (8 GB)
 - หน่วยความจำสำรอง (Secondary Memory Unit) 120 กิกะไบต์ (120 GB)

- ซอฟต์แวร์

- ระบบปฏิบัติการแมคโอเอสเท็นเวอร์ชัน 10.9.2 (OS X 10.9.2)
- ชุดเครื่องมือสำหรับพัฒนาส่วนต่อขยายของ ไฟร์ฟอกซ์ เวอร์ชัน 1.15 (Firefox ADD-ON SDK version 1.15) ซึ่ง ชุด เครื่องมือ นี้ มี ความสามารถในการทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ (Cross-platform) ซึ่ง รองรับระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ได้
- Python 2.6 ใช้สำหรับการสนับสนุนชุดเครื่องมือสำหรับพัฒนาส่วนต่อขยาย
- เว็บเบราว์เซอร์ ไฟร์ฟอกซ์ เวอร์ชัน 27.0.1 ขึ้นไป ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้เป็น ตัวหลักในการติดตั้งส่วนต่อขยาย
- ซอฟต์แวร์สำหรับแก้ไขข้อความ (Text Editor) อีคลิปส์

สำหรับสภาพแวดล้อมของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อความภาพ (OCR Server) มีดังต่อไปนี้

- ฮาร์ดแวร์

- หน่วยประมวลผลกลาง อินเทล คอร์ ทุ ควอด คิว9450 (Core 2 Quad Q9450)
- หน่วยความจำหลัก 4 กิกะไบต์
- หน่วยความจำสำรอง 320 กิกะไบต์

- ซอฟต์แวร์

- ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์ วินโดวส์เอท โปรเฟสชั่นนอล 64 บิต
- สำหรับเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) ที่งานวิจัยนี้เลือกใช้ คือ อาปาเช่ เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Apache Web Server) ซึ่งสามารถทำงานร่วมกับ ภาษาพีเอชพีได้เป็นอย่างดี และไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน
- ภาษาพีเอชพี (PHP: Hypertext Preprocessor) รุ่น 5.4.7
- ชุดขับเคลื่อนเทสเซอร์เรส โอซีอาร์ (Tesseract OCR Engine) ใช้ สำหรับการวิเคราะห์ข้อความรูปภาพ

4.4.2 การติดตั้งซอฟต์แวร์ในการพัฒนาระบบ

สำหรับการติดตั้งซอฟต์แวร์ในการพัฒนาระบบของงานวิจัยควรติดตั้งตามลำดับการติดตั้งที่เป็นไปตามขั้นตอนต่อไปนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดระหว่างการพัฒนา

การติดตั้งซอฟต์แวร์ในการพัฒนาระบบของส่วนต่อขยาย

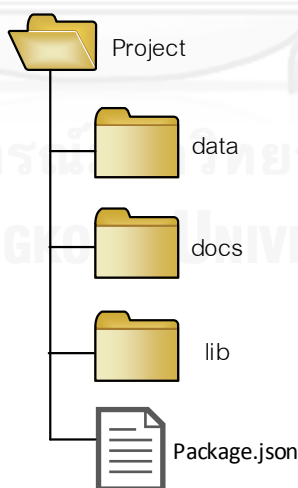
1. ติดตั้งระบบปฏิบัติการแมคโอเอสเท็น
2. ติดตั้งเว็บเบราว์เซอร์ ไฟร์ฟอกซ์
3. ติดตั้ง Python 2.6
4. ติดตั้งชุดเครื่องมือสำหรับพัฒนาส่วนต่อขยายของ ไฟร์ฟอกซ์
5. ติดตั้ง Sublime Text 2

การติดตั้งซอฟต์แวร์ในการพัฒนาระบบของโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์

1. ติดตั้งระบบปฏิบัติการวินโดวส์เอท โพรเฟสชันนอล
2. ติดตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์อาปาเช่
3. ติดตั้งตัวประมวลผลภาษาพีเอชพีรุ่น 5.4.7
4. ติดตั้งตัวประมวลผลข้อความภาพเทสเซอร์เรส

4.4.3 การสร้างโครงสร้างของโครงการ (Project)

การสร้างโครงการที่ใช้ทำงานนั้นจำเป็นต้องกำหนดโครงสร้างให้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้โดยไฟร์ฟอกซ์เพื่อที่จะได้ไม่มีปัญหาในขั้นตอนรวมชุดเอกซ์พีไอซึ่งมีโครงสร้างแสดงได้ดังรูปที่ 25 โดยเพิ่มข้อมูล lib จะเก็บสคริปต์ในส่วนของ สคริปต์ของส่วนขยาย (Add-on script) และเพิ่มข้อมูล data จะเก็บสคริปต์ในส่วนของสคริปต์เนื้อหา (Content script) และไฟล์ Package.json เป็นไฟล์ที่ใช้ในการตั้งค่ารายละเอียดของโครงการเพื่อให้ชุดพัฒนานำไปประมวลผล



รูปที่ 25 โครงสร้างที่ถูกต้องของโครงการ

4.4.4 การสร้างตัวประมวลผลเอกซ์พาทสำหรับจาวาสคริปต์

ตัวประมวลผลเอกซ์พาทในงานวิจัยนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่เพิ่มความสะดวกในขั้นตอนการระบุอิลิเมนต์ที่เป็นไปตามกฎของเอกซ์พาทที่กำหนดขึ้น โดยตัวประมวลผลเอกซ์พาทนี้จะทำงานอยู่ในส่วนต่อขยาย โดยแสดงได้ดังรูปที่ 26

```
function _x(STR_XPATH) {
    var result = document.evaluate(STR_XPATH,
    document, null, XPathResult.ANY_TYPE, null);
    var nodes = [];
    var res;
    while (res = result.iterateNext()) {
        nodes.push(res);
    }
    return nodes;
}
```

รูปที่ 26 ตัวประมวลผลเอกซ์พาทที่ถูกสร้างขึ้นจากจาวาสคริปต์

4.4.5 การตั้งค่าส่วนต่อขยายเพื่อติดต่อไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์

การติดต่อกับไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์จะมีการดำเนินการในส่วนของสคริปต์ของส่วนขยาย โดยใช้ช่องทางการร้องขอผ่านทางเอชทีทีพีโพรโตคอล โดยแสดงได้ดังรูปที่ 27

```
var requestAltimg = Request({
    url: "server url",
    headers: { "pragma": "no-cache"},
    content: elementContent,
    onComplete: function (response2) {
        worker.port.emit("insertALT", response2.text);
    }).post();
});});
```

รูปที่ 27 สคริปต์ที่ใช้ติดต่อไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์

4.4.6 การพัฒนาไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์

สำหรับการทำงานในฝั่งของไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์จะทำโดยใช้ภาษาพีเอชพีในการเรียกตัวดำเนินการ (execute) ของตัวซอฟต์แวร์เทสเซอร์เรสไอซีอาร์ และทำการส่งค่ากลับไปให้ส่วนต่อขยายในรูปแบบของเจสัน ซึ่งเป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องผู้รับบริการกับเซิร์ฟเวอร์ในปัจจุบัน ซึ่งมีการตั้งค่าการทำงานดังรูปที่ 28

```
<?php
set_time_limit(0);
$imgPost = $_POST;
$obj = new stdClass();
$charset = 'UTF-8';
$length = 150;
foreach($imgPost as $Key => $img){
    if($img != ""){
        $name = basename($img);
        list($txt, $ext) = explode(".", $name);
        $name = $txt.time();
        $name = $name." ".$ext;
        $upload =
file_put_contents("imgTemp/$name",file_get_contents($img));

        try {
            //echo "ID:".$Key. "Value:". $img;
            exec("C:\\ocr\\tesseract.exe imgTemp\\".$name." tempTxt");
            $string = file_get_contents("tempTxt.txt",true);
            $cutString = mb_substr($string, 0, $length,
$charset);

            $obj->$Key = $cutString;
        } catch (Exception $e) {
            echo "error";
        }
    }
}
echo json_encode($obj); ?>
```

รูปที่ 28 การใช้งานไอซีอาร์ด้วยภาษาพีเอชพี

จากรูปที่ 28 อธิบายการทำงานได้ดังนี้ระบบจะต้องมีการโหลดรูปภาพแล้วจัดเก็บรูปภาพไว้ในแฟ้มข้อมูลที่ชื่อว่า imgTemp เพื่อให้โอซีอาร์สามารถนำไปเป็นตัวนำเข้าในการอ่านค่าหลังจากนั้นโอซีอาร์จะสร้างไฟล์ที่ชื่อว่า tempTxt ซึ่งเป็นไฟล์ และนำข้อความที่ประมวลผลได้มาใส่ไว้ในไฟล์นี้

4.4.6.1 การพัฒนาตัวเตรียมข้อมูลนำเข้าโอซีอาร์

การพัฒนาตัวเตรียมนำเข้าข้อมูลในงานวิจัยนี้ได้ใช้ซอฟต์แวร์อิมเมจเมจิกซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ฟรีที่ใช้ในการประมวลผลภาพโดยทำหน้าที่เป็นเหมือนส่วนเสริมมีการทำงานผ่าน Command line ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับทเอสเซอร์เรสโอซีอาร์ได้โดยมีการตั้งค่าเบื้องต้นดังรูปที่ 29


```
-white-threshold 80% -black-threshold 20% -colorspace Gray -trim
```

รูปที่ 29 การตั้งค่าเบื้องต้นของการเตรียมข้อมูลนำเข้าโอซีอาร์

4.4.7 การรวมชุดเอกซ์พีไอสำหรับใช้ติดตั้ง

สำหรับไฟล์ของส่วนต่อขยายที่ใช้ในการติดตั้งบนเว็บเบราว์เซอร์ไฟร์ฟอกซ์จะเป็นไฟล์ชนิดเอกซ์พีไอซึ่งภายในจะประกอบไปด้วยชุดคำสั่งที่เขียนด้วยภาษาจาวาสคริปต์ซึ่งไฟล์เอกซ์พีไอถูกสร้างโดยการใช้ชุดเครื่องมือสำหรับพัฒนาส่วนต่อขยายของไฟร์ฟอกซ์ผ่านทาง Command line หรือ Terminal โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเปิดใช้งานชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาส่วนต่อขยายไฟร์ฟอกซ์ โดยใช้คำสั่ง `source bin/activate` หากสำเร็จจะขึ้นข้อความต้อนรับดังรูปที่ 30



```
addon-sdk-1.15 — bash — 102x26
Last login: Mon Apr 14 20:41:17 on console
sittiporns-MacBook-Pro:blind-improvement sittipornautchariyabut$ clear

sittiporns-MacBook-Pro:blind-improvement sittipornautchariyabut$ cd \
> ]
-bash: cd]: command not found
sittiporns-MacBook-Pro:blind-improvement sittipornautchariyabut$ cd /Users/sittipornautchariyabut/This
isWorkspace/addon-sdk-1.15
sittiporns-MacBook-Pro:addon-sdk-1.15 sittipornautchariyabut$ source bin/activate
Welcome to the Add-on SDK. For the docs, visit https://addons.mozilla.org/en-US/developers/docs/sdk/la
test/
(addon-sdk-1.15)sittiporns-MacBook-Pro:addon-sdk-1.15 sittipornautchariyabut$ █
```

รูปที่ 30 การขึ้นข้อความต้อนรับของชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา

2. ทำการชี้พาธไปยังพื้นที่การทำงาน (workspace) หลังจากนั้นใช้คำสั่ง `cfx xpi` เพื่อสร้างไฟล์สำหรับติดตั้ง เมื่อสำเร็จแล้วชุดเครื่องมือจะสร้างไฟล์ `.xpi` ไว้ในส่วนของพื้นที่การทำงานการติดตั้งชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาสามารถดำเนินการติดตั้งได้ตามภาคผนวก ก

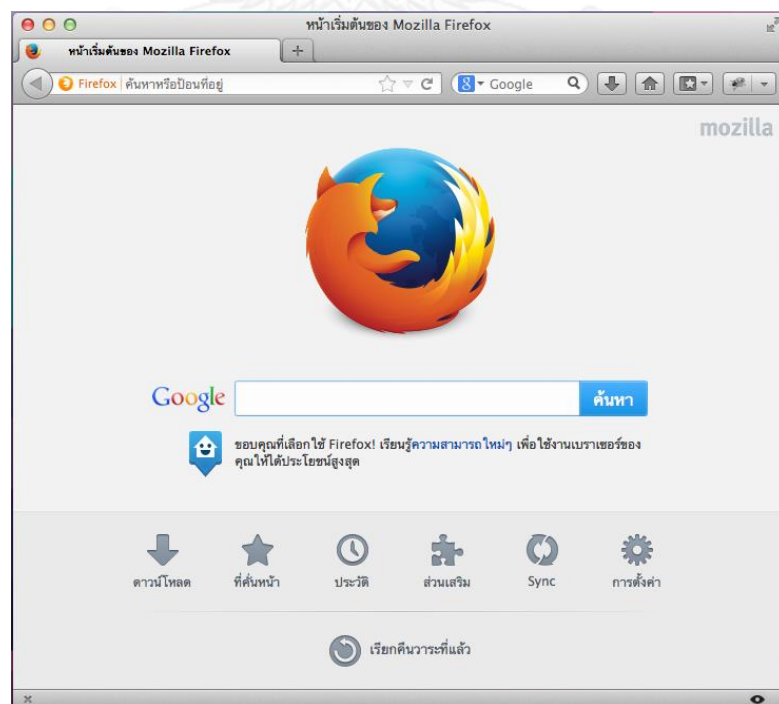
4.4.8 การพัฒนาส่วนต่อประสาน

สำหรับการพัฒนาส่วนต่อประสาน จะมีความสอดคล้องกันกับขอบเขตที่กำหนดไว้ในบทที่ 1 และมีการทำงานตรงกับความต้องการเชิงหน้าที่ที่กำหนดไว้ในบทที่ 4 และเนื่องจากผู้ใช้งานระบบท เป็นผู้พิการทางด้านสายตาการสร้างส่วนต่อประสานจำเป็นจะต้องออกแบบโดยให้ใช้เมาส์ให้น้อยที่สุด โดยสร้างเป็นปุ่มทางลัด (Short cut) ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 23 และมีการทำงานในส่วนเบื้องหลัง เป็นหลัก

เมื่อติดตั้งส่วนต่อขยาย ส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถการเข้าถึงเว็บ สำหรับผู้พิการทางสายตาบนเว็บเบราว์เซอร์ไฟร์ฟอกซ์ จะปรากฏไอคอนรูปตาบนแถบส่วนเสริมของเว็บเบราว์เซอร์ไฟร์ฟอกซ์ ดังรูปที่ 31

ตารางที่ 23 ชุดคำสั่งที่ใช้ในส่วนต่อขยาย

ชุดคำสั่ง	อธิบายชุดคำสั่ง
Alt + F1	เป็นการสั่งให้ส่วนต่อขยายเปลี่ยนสีพื้นหลังและสีตัวอักษรของหน้าเว็บเพจ เพื่อเพิ่มความแตกต่างระหว่างตัวอักษรและพื้นหลัง
Alt + F2	เป็นการสั่งให้ส่วนต่อขยายทำการเปิดโหมดการแสดงผลแบบโครงสร้าง
Alt + F3	เป็นการสั่งให้ส่วนต่อขยายเปิดหรือปิดแถบสารบัญ และปุ่มควบคุมการเพิ่มหรือลดขนาดตัวอักษร



รูปที่ 31 ไอคอนของส่วนต่อขยายบนแถบส่วนเสริมของเว็บเบราว์เซอร์

บทที่ 5

การทดสอบและประเมินผลระบบ

บทนี้เป็นการแสดงตัวอย่างการทดสอบระบบด้วยกรณีทดสอบ และการประเมินด้วยเว็บไซต์ที่มีการใช้งานจริง

5.1 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบเป็นการทดสอบหน้าที่การทำงานของระบบที่ได้ระบุไว้ในหัวข้อความต้องการเชิงหน้าที่ในบทที่ 4 ซึ่งการทดสอบในบทนี้จะใช้วิธีการทดสอบหน้าที่การทำงานแบบกล่องดำ (Black Box Testing) ตามกรณีทดสอบที่ได้ออกแบบไว้ดังต่อไปนี้

1. ทดสอบด้วยกรณีทดสอบที่สร้างขึ้นจากฟังก์ชันการทำงานของระบบ
ตารางที่ 24 กรณีทดสอบและผลการทดสอบของระบบ

หมายเลขกรณีทดสอบ	การทดสอบ	คำอธิบาย	ผลการทดสอบที่คาดหวัง	ผลการทดสอบจริง
TC01	การสร้างไฟล์เอกซ์พีไอ	ทดสอบการสร้างไฟล์เอกซ์พีไอที่ใช้สำหรับติดตั้ง ด้วยชุดเครื่องมือสำหรับพัฒนาส่วนต่อขยายของไฟร์ฟอกซ์	1) ระหว่างการดำเนินการสร้างจะต้องไม่มีการแสดงข้อผิดพลาด	ถูกต้อง
			2) สามารถสร้างไฟล์เอกซ์พีไอออกมาได้	ถูกต้อง
TC02	การติดตั้งส่วนต่อขยาย	ทดสอบการติดตั้งส่วนต่อขยายลงในเว็บเบราว์เซอร์ไฟร์ฟอกซ์ ด้วยไฟล์เอกซ์พีไอ โดยติดตั้งผ่านทางหน้าต่างการติดตั้งส่วนต่อขยายของเว็บเบราว์เซอร์	1) สามารถติดตั้งส่วนต่อขยายได้โดยเว็บเบราว์เซอร์ไม่แสดงข้อผิดพลาด	ถูกต้อง
			2) ปรากฏไอคอนของส่วนต่อขยายบนแถบแสดงส่วนต่อของเว็บเบราว์เซอร์	ถูกต้อง
TC03	การสร้างชุดสำหรับตรวจสอบเอกซ์พาร์	ทดสอบการใช้เอกซ์พาร์เพื่อมาระบุอิลิเมนต์ตามที่กำหนดผ่านทางชุดตรวจสอบเอกซ์พาร์ของส่วนต่อขยาย	สามารถแสดงอิลิเมนต์ได้ถูกต้องตามนิพจน์ที่กำหนดไว้	ถูกต้อง

TC04	การแก้ไข เอชทีเอ็มแอล ดอม	ทดสอบการแก้ไข เปลี่ยนแปลงเอชทีเอ็ม แอลดอมผ่านส่วนต่อ ขยาย	1) สามารถสร้าง ส่วนประกอบของเอชทีเอ็ม แอลดอมขึ้นมาใหม่ได้	ถูกต้อง
			2) สามารถแก้ไข ส่วนประกอบของเอชทีเอ็ม แอลดอมได้	ถูกต้อง
			3) สามารถลบ ส่วนประกอบของเอชทีเอ็ม แอลดอมได้	ถูกต้อง
TC05	การเปลี่ยนสี พื้นหลังและ ตัวอักษร	ทดสอบการเปลี่ยนสีพื้น หลังและการเปลี่ยนสี ตัวอักษรโดยการควบคุม ซีเอสเอส	1) สามารถเปลี่ยนสีในส่วน ที่เป็นพื้นหลังได้	ถูกต้อง
			2) สามารถเปลี่ยนสี ตัวอักษรได้	ถูกต้อง
TC06	การส่งที่อยู่ ของรูปภาพ เข้าสู่ไอซีอาร์ เซิร์ฟเวอร์	ทดสอบการส่งที่อยู่ของ ไฟล์รูปภาพ เข้าสู่ไอซี อาร์เซิร์ฟเวอร์	1) สามารถระบุที่อยู่ของ รูปภาพได้	ถูกต้อง
			2) ได้รับการตอบรับจากไอ ซีอาร์เซิร์ฟเวอร์	ถูกต้อง
TC07	การรับ ข้อความมาใส่ ในแท็ก ทางเลือก	ทดสอบการแทรกแท็ก ทางเลือกสำหรับรูปภาพ โดยการรับข้อความมา จากไอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์	1) สามารถรับค่าจากไอซี อาร์เซิร์ฟเวอร์ได้	ถูกต้อง
			2) สามารถระบุอิลิเมนต์ที่ ต้องนำไปแทรกได้	ถูกต้อง
TC08	การตรวจจับ การ เปลี่ยนแปลง ของเอชทีเอ็ม แอลดอม	เพื่อทดสอบการตรวจจับ การเปลี่ยนแปลงของ เอชทีเอ็มแอลดอมของ หน้าเว็บเพจและแทรก แอดทริบิวต์ live regions	1) ส่วนต่อขยายสามารถ รับรู้ได้ว่ามีส่วนใดของ เอชทีเอ็มแอลดอมที่มีการ เปลี่ยนแปลง	ถูกต้อง
			2) สามารถแทรกแอดทริ บิวต์ live regions เข้าไป ในอิลิเมนต์ที่เปลี่ยนแปลงได้	ถูกต้อง
			3) โปรแกรมช่วยอ่าน หน้าจอสามารถอ่านออก เสียงได้	ถูกต้อง

TC09	การหยุดการ กระพริบของ คอนเทนต์	เพื่อทดสอบการ ตรวจสอบและหยุดคอน เทนต์ที่อาจก่ให้เกิดการ กระพริบ	สามารถหยุดการกระพริบ ของคอนเทนต์ได้	ถูกต้อง
TC10	การสร้าง สารบัญของ หน้าเว็บเพจ	ทดสอบการสร้างสารบัญ ของหน้าเว็บเพจด้วยการ ใช้แท็กที่กำหนดไว้	1) สามารถแสดงสารบัญ ของหน้าเว็บเพจได้อย่าง ถูกต้อง	ถูกต้อง
			2) สามารถคลิกเพื่อให้ สารบัญนำทางไปยังหัวข้อที่ ถูกคลิกได้	ถูกต้อง
TC11	การแทรก ข้อความ ทางเลือกใน ข้อความที่ แสดงอารมณ์	ทดสอบการแทรก ข้อความทางเลือกเข้าสู่ แท็กทางเลือกใน ข้อความที่แสดงอารมณ์ โดยใช้เงื่อนไขที่กำหนด ไว้	1) สามารถตรวจสอบได้ว่า ข้อความชนิดไหนคือ ข้อความทางเลือกตามที่ กำหนดไว้	ถูกต้อง
			2) สามารถแทรกข้อความ เข้าสู่แท็กทางเลือกโดยใช้ ข้อความที่กำหนดไว้ได้อย่าง ถูกต้อง	ถูกต้อง
TC12	การยกเลิก การหน่วง เวลาเปลี่ยน หน้าเว็บเพจ	ทดสอบการยกเลิกการ หน่วงเวลาสำหรับตอน เปลี่ยนหน้าเว็บเพจ	เว็บเพจมีการเปลี่ยนหน้า ทันที	ถูกต้อง
TC13	การยกคำสั่ง ในการเล่น ภาพเคลื่อนไหว และเสียง แบบอัตโนมัติ	ทดสอบการยกเลิกคำสั่ง ที่สร้างขึ้นมาจาก เอชทีเอ็มแอลในการเล่น ภาพเคลื่อนไหวหรือเสียง แบบอัตโนมัติ	ภาพเคลื่อนไหวและเสียง ต้องไม่เล่นแบบอัตโนมัติ	ถูกต้อง

2. ทดสอบด้วยกรณีทดสอบที่สร้างขึ้นจากนิพจน์ของเอกซ์พาท

สำหรับการทดสอบในหัวข้อนี้เป็นการทดสอบการทำงานนิพจน์ของเอกซ์พาทว่าสามารถทำงานได้ตรงตามที่คาดหวังหรือไม่ โดยทำผ่านฟังก์ชันการทำงานของ ยูสเคสรหัสที่ UC01 โดยรายละเอียดการทดสอบเป็นไปดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 กรณีทดสอบและผลการทดสอบของระบบ

หมายเลข กรณี ทดสอบ	นิพจน์ของเอกซ์พาร์	คำอธิบาย	ผลการทดสอบที่ คาดหวัง	ผลการ ทดสอบ จริง
TC14	//b	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ ที่ อยู่บนหน้าเว็บเพจ	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ ได้	ถูกต้อง
TC15	//marquee	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ <marquee> ที่อยู่บน หน้าเว็บเพจ	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ <marquee></ marquee> ได้	ถูกต้อง
TC16	//i	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์<i> ที่ อยู่บนหน้าเว็บเพจ	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ <i></i> ได้	ถูกต้อง
TC17	//img[not(@alt)]	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ ที่ไม่มีแอตทริบิวต์ “alt”	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ ที่ มีเงื่อนไขตามที่ กำหนดได้	ถูกต้อง
TC18	//h1[not(@role) and not(@aria- level)] //h2[not(@role) and not(@aria- level)] //h3[not(@role) and not(@aria- level)]	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ <h1>, <h2> และ <h3> ที่ ไม่มีแอตทริบิวต์ role และ aria-level	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ <h1>, <h2> และ <h3> ที่มีเงื่อนไข ตามที่กำหนดได้	ถูกต้อง

TC19	//meta[@http-equiv='refresh']	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ meta ที่มีแอตทริบิวต์ “@http-equiv” มีค่า เป็น refresh	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ meta ที่มี เงื่อนไขตามที่ กำหนดได้	ถูกต้อง
TC20	//span[@onkeypres s and not(@role)] //span[@onclick and not(@role)] //a[@href='#']	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ ที่อาจมี การทำหน้าที่ในการ เป็นปุ่มกด	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ ที่อาจทำ หน้าที่ในการเป็น ปุ่มกดได้	ถูกต้อง
TC21	//a[contains(@href,' http://www.')]	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ <a> ที่ มีแอตทริบิวต์ “href” ที่อาจมีค่า “http://www.” อยู่ ภายใน	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ <a> ที่มี เงื่อนไขตามที่ กำหนดได้	ถูกต้อง
TC22	//img[contains(@src ,'.gif')]	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ ที่มีแอตทริบิวต์ “src” ที่อาจมีค่า “.gif” อยู่ ภายใน	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ ที่มี เงื่อนไขตามที่ กำหนดได้	ถูกต้อง
TC23	//*[@type='applicat ion/x-shockwave- flash']	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ที่มีแอ ตทริบิวต์ “type” ที่มี ค่า “application/x- shockwave-flash” อยู่ภายใน	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ ที่มีเงื่อนไข ตามที่กำหนดได้	ถูกต้อง
TC24	//iframe[not(@title)] //iframe[contains(@ title,' ')]	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอิลิเมนต์ <iframe> ไม่มีแอตทริ บิวต์ “title” หรือ ไม่มี ค่า	สามารถระบุที่อยู่ และแสดงอิลิ เมนต์ <iframe> ที่มีเงื่อนไขตามที่ กำหนดได้	ถูกต้อง

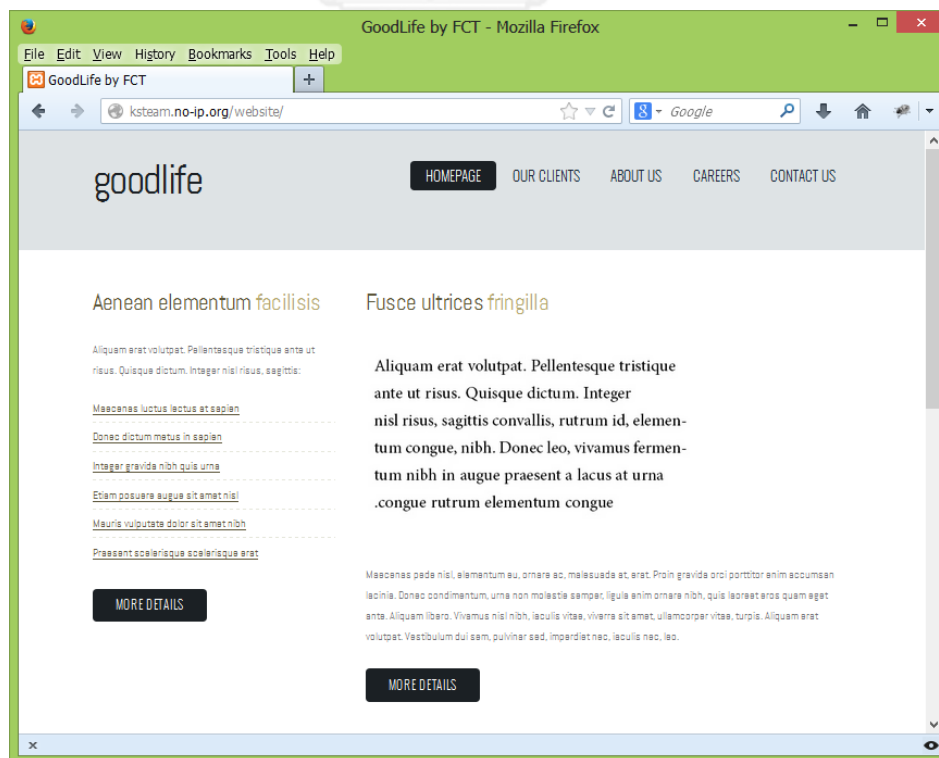
TC25	//audio[@autoplay] //video[@autoplay]	เพื่อทดสอบการ ค้นหาอีลิเมนต์ <audio> หรือ <video> ที่มีแอตทริ บิวต์ “autoplay”	สามารถระบุที่อยู่ และ แสดง อี ลี เมนต์ <audio> หรือ <video> ที่มี เงื่อนไขตาม ที่กำหนดได้	ถูกต้อง
------	--	--	--	---------

5.2 การประเมินผลระบบ

การประเมินผลระบบ จะประเมินโดยทดสอบกับเว็บไซต์ที่มีการใช้งานจริงและเว็บไซต์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อทดสอบโดยมีการตรวจสอบกับเว็บไซต์เอซีกเกอร์ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่ใช้ในการประเมินผลเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ และสำหรับเกณฑ์ความสำเร็จในหัวข้อที่ซอฟต์แวร์ไม่สามารถประเมินผลได้ส่วนนี้จะต้องใช้การประเมินผลด้วยผู้ใช้งาน รวมถึงมีการทดสอบกับโปรแกรมอ่านหน้าจอที่คนตาบอดใช้กันอย่างแพร่หลายคือ โปรแกรมช่วยอ่านหน้าจอจอร์ (JAWS Screen Reading)

5.2.1 ประเมินผลกับเว็บไซต์ที่ 1

จากรูปที่ 32 เป็นรูปของหน้าเว็บเพจที่จำลองขึ้นมาจากหน้าเว็บไซต์ที่ใช้จริงเพื่อใช้ในการประเมินการทำงานของส่วนต่อขยาย



รูปที่ 32 หน้าเว็บเพจก่อนใช้ส่วนต่อขยาย 1

ผลการประเมินเกณฑ์ความสำเร็จความสามารถในการเข้าถึงเว็บ

- สำหรับผลการประเมินที่ประเมินโดยเว็บไซต์เอเช็คเกอร์ พบว่ามี 2 ข้อที่ไม่ผ่านการประเมิน คือ เกณฑ์ความสำเร็จข้อที่ 1.1.1 และ 1.4.4 แสดงได้ดังรูปที่ 33 ซึ่งระบุอิลิมেন্টของเอชทีเอ็มแอลคอมตรงกันกับส่วนต่อขยายซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 34

Accessibility Review

Export Format: PDF Report to Export: All Get File

Accessibility Review (Guidelines: [WCAG 2.0 \(Level AAA\)](#))

Known Problems (2) Likely Problems (0) Potential Problems (81) HTML Validation CSS Validation

1.1 Text Alternatives: Provide text alternatives for all non-text content

Success Criteria 1.1.1 Non-text Content (A)

Check 1: img element missing alt attribute.

Repair: Add an alt attribute to your `img` element.

Line 36, Column 7:

```

```

1.4 Distinguishable: Make it easier for users to see and hear content including separating foreground from background.

Success Criteria 1.4.4 Resize text (AA)

Check 116: b (bold) element used.

Repair: Replace your `b` (bold) elements with `em` or `strong`.

Line 47, Column 16:

```
<b>GoodLife </b>
```

รูปที่ 33 หน้าจอผลการตรวจสอบเอชทีเอ็มแอลคอมกับเว็บไซต์เอเช็คเกอร์

Browser Console

Net CSS JS Security Logging (R) Clear Filter output

21:23:31.472	"Detect bold element : GoodLife "	worker.js:218
21:23:31.472	"Replace with strong : GoodLife "	worker.js:218
21:23:31.474	"Detect img element missing alt attribute."	worker.js:218
21:23:31.475	"1. send : ID : 0-blind-img-0imageURL : http://ksteam.no-ip.org/website/images/432.jpg"	worker.js:218
21:23:33.912	"2. recived :{"0-blind-img-0": "Aliquam era! Volulpat. Pellemesque tristique\nante ut risus. Quisque dictum. Integer\n\nnisl risus, saginis convallis, rutrum id, ele1nen\u2014um tongue, ni"}"	main.js:47

รูปที่ 34 หน้าจอผลลัพธ์ในการตรวจสอบของส่วนต่อขยาย

ผลการแก้ไขเอชทีเอ็มแอลคอมด้วยส่วนต่อขยาย

- ผลการแก้เกณฑ์ความสำเร็จข้อที่ 1.1.1 ส่วนต่อขยายได้ทำการแก้ไขโดยทำการเพิ่มแอตทริบิวต์ "alt" ซึ่งก่อนใช้ส่วนต่อขยายจะเป็นดังรูปที่ 35 โดยแทรกเข้าไปในแท็กรูปภาพพร้อมทั้งส่งข้อความที่เป็นรูปภาพไปให้โอซีอาร์ซีเอฟเวอร์ทำการแปลงให้เป็น

ตัวอักษร โดยมีการตอบกลับมาดังรูปที่ 34 และทำการแทรกข้อความลงไปในแอตทริบิวต์ “alt” ดังรูปที่ 36

```

<div id="fbox2">
  <h2></h2>
  <p>
    </img>
  </p>
  <p></p>
  <p class="button-style"></p>
</div>

```

รูปที่ 35 แท้กรูปร่างก่อนทำการแก้ไข

```

<div id="fbox2">
  <span id="toc2"></span>
  <h2 role="heading" aria-level="2"></h2>
  <p>
    </img>
  </p>
  <p></p>
  <p class="button-style"></p>

```

รูปที่ 36 แท้กรูปร่างหลังจากการแก้ไขด้วยส่วนต่อขยาย

- ผลการแก้แอมท์ความสำเร็จข้อที่ 1.4.4 ส่วนนี้ส่วนต่อขยายได้ทำการเปลี่ยนอิลิเมนต์ ของหน้าเว็บเพจให้เป็นอิลิเมนต์

ผลการปรับปรุงเอชทีเอ็มแอลดอมเพื่อเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงเว็บด้วยส่วนต่อขยายมี

ดังนี้

- การเพิ่มความสามารถในการปรับเปลี่ยนสีเว็บเพจ การปรับเปลี่ยนสีของเว็บเพจคือการที่ส่วนขยายสามารถทำให้ผู้ใช้เปลี่ยนสีของตัวอักษรและพื้นหลังของเว็บเพจเพื่อเพิ่มความสามารถในการอ่านได้ โดยสามารถทำให้เว็บเพจนั้นผ่านเกณฑ์การประเมินที่ 1.4.3 และ 1.4.8 โดยแสดงการปรับเปลี่ยนได้ดังรูปที่ 37



รูปที่ 37 หน้าเว็บเพจหลังการเปลี่ยนสีเว็บเพจ



รูปที่ 38 เครื่องมือปรับขนาดตัวอักษร และสารบัญเว็บเพจ

- การเพิ่มความสามารถในการเปลี่ยนขนาดของตัวอักษร และเพิ่มสารบัญเว็บเพจ โดยเครื่องมือปรับขนาดตัวอักษร และสารบัญเว็บเพจ จะแสดงอยู่มุมบนขวาของหน้าเว็บเพจแสดงได้ดังรูปที่ 38 ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มลดขนาดตัวอักษรให้เหมาะสมกับความสามารถของสายตาของผู้ใช้ได้ ในส่วนของสารบัญเว็บเพจผู้ใช้สามารถคลิกเพื่อไปยังหัวข้อที่ต้องการได้
- การแทรกแอตทริบิวต์ดับเบิลไอไอซีดีเออาร์ไอเอไอโดยการกำหนดบทบาท สถานะและคุณสมบัติ มีการกำหนดบทบาทให้กับอิลิเมนต์ที่ทำหน้าที่คล้ายปุ่มกดโดยแสดงได้ดังรูปที่ 39 และมีการกำหนดบทบาทของโปรแกรมประยุกต์ (application) ให้กับอิลิเมนต์ที่แสดงภาพเคลื่อนไหว ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 40

```

<ul>
  <li class="current_page_item">
    <a title="" accesskey="1" href="#" role="button"></a>
  </li>
  <li>
    <a title="" accesskey="2" href="#" role="button"></a>
  </li>
  <li>
    <a title="" accesskey="3" href="#" role="button"></a>
  </li>
  <li>
    <a title="" accesskey="4" href="#" role="button"></a>
  </li>
  <li>
    <a title="" accesskey="5" href="#" role="button"></a>
  </li>
</ul>

```

รูปที่ 39 การกำหนดบทบาทให้กับอิลิเมนต์ปุ่มกด

```

<p class="button-style"></p>
<video controls="" src="http://v2v.cc/~j/theora_testsuite/320x240.ogg" role="application"></video>
</div>

```

รูปที่ 40 การกำหนดบทบาทให้กับอิลิเมนต์ภาพเคลื่อนไหว

ผลการทดสอบการใช้โปรแกรมช่วยอ่านหน้าจอ

- ผลการทดสอบหลังการใช้ส่วนต่อขยายพบว่าโปรแกรมช่วยอ่านหน้าจอสามารถระบุและสามารถบอกผู้ใช้น้ำที่การทำงานของอิลิเมนต์นั้นๆ ได้
- สามารถอ่านแอตทริบิวต์ทางเลือกของรูปภาพที่ส่วนต่อขยายทำการแทรกเข้าไปได้อย่างถูกต้อง

5.2.2 ประเมินผลกับเว็บไซต์ที่ 2

จากรูปที่ 41 เป็นรูปของหน้าเว็บเพจที่ใช้งานจริงซึ่งเป็นเว็บเกี่ยวกับกีฬาฟุตบอล



รูปที่ 41 หน้าเว็บเพจก่อนใช้ส่วนต่อขยาย 2

สำหรับผลการประเมินที่ประเมินโดยเว็บไซต์เอเช็คเกอร์พบว่า มี 2 ข้อที่ไม่ผ่านการประเมิน คือ เกณฑ์ความสำเร็จข้อที่ 1.1.1 ในการประเมินของส่วนต่อขยายสามารถตรวจจับข้อที่ 2.3.1 และ 2.3.2 ได้ แต่ไม่สามารถตรวจจับข้อที่ 1.4.3

ผลการแก้ไขเอชทีเอ็มแอลคอมด้วยส่วนต่อขยาย

- ผลการแก้เกณฑ์ความสำเร็จข้อที่ 1.1.1 โอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์ไม่สามารถแปลงรูปภาพให้เป็นข้อความได้เนื่องจากขอบเขตของงานวิจัยกำหนดไว้ให้อ่านในส่วนของตัวอักษรที่เป็นรูปภาพเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ส่วนต่อขยายจึงได้แทรกแอตทริบิวต์ทางเลือกที่มีค่าว่างไว้
- ผลการแก้เกณฑ์ความสำเร็จข้อที่ 2.3.1 และ 2.3.2 ส่วนต่อขยายทำการหยุดการทำงานของเนื้อหาในส่วนที่คาดว่าจะเกิดการกระพริบซึ่งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 42 และตัวเนื้อหาจะทำงานเมื่อผู้ใช้นำเมาส์ไปวางบนเนื้อหานั้น



รูปที่ 42 หน้าเว็บเพจหลังจากหยุดการทำงานของเนื้อหาที่มีการกระพริบ

ผลการปรับปรุงเอชทีเอ็มแอลคอมเพื่อเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงเว็บด้วยส่วนต่อขยายมีดังนี้

- การเพิ่มความสามารถในการปรับเปลี่ยนสีเว็บเพจ การปรับเปลี่ยนสีของเว็บเพจคือการทำส่วนขยายสามารถทำให้ผู้ใช้เปลี่ยนสีของตัวอักษรและพื้นหลังของเว็บเพจเพื่อเพิ่มความสามารถในการอ่านได้ โดยแสดงการปรับเปลี่ยนได้ดัง รูปที่ 43



รูปที่ 43 หน้าเว็บเพจหลังการเปลี่ยนสีเว็บเพจ

- การแทรกแอตทริบิวต์ดับบลิวเอไอซีดีเออาร์ไอเอโดยการกำหนดบทบาท สถานะและคุณสมบัติ ส่วนต่อขยายได้ตรวจพบแอตทริบิวต์ที่ทำหน้าที่เป็นตารางเพื่อแสดงข้อมูลโดยแสดงได้ดังรูปที่ 44 และได้มีการกำหนดแอตทริบิวต์บทบาทให้กับอิลิเมนต์ที่ทำหน้าที่เป็นตารางโดยแสดงได้ดังรูปที่ 45

```

<table class="score_tktop" cellspacing="2" cellpadding="5" border="0">
  <thead height="25" style="background:#ebebcb;">
    <tr>
      <td width="40" align="center"></td>
      <td width="300" align="center"></td>
      <td width="300" align="center"></td>
      <td width="65" align="center"></td>
    </tr>
  </thead>
  <tbody></tbody>
</table>

```

รูปที่ 44 อิลิเมนต์ตารางก่อนมีการแทรกแอตทริบิวต์หน้าที

```

<table class="score_tktop" cellspacing="2" cellpadding="5" border="0" role="grid">
  <thead height="25" style="background:#ebebcb;">
    <tr role="row">
      <td width="40" align="center" role="gridcell"></td>
      <td width="300" align="center" role="gridcell"></td>
      <td width="300" align="center" role="gridcell"></td>
      <td width="65" align="center" role="gridcell"></td>
    </tr>
  </thead>
  <tbody></tbody>
</table>

```

รูปที่ 45 อิลิเมนต์ตารางหลังจากการแทรกแอตทริบิวต์หน้าที

ผลการทดสอบการใช้โปรแกรมช่วยอ่านหน้าจอ

- ผลการทดสอบหลังการใช้ส่วนต่อขยายพบว่าโปรแกรมช่วยอ่านหน้าจอสามารถระบุและสามารถบอกผู้ใช้น้ำที่การทำงานของอิลิเมนต์นั้นๆ ได้
- สามารถอ่านแอตทริบิวต์ทางเลือกของรูปภาพที่ส่วนต่อขยายทำการแทรกเข้าไปได้อย่างถูกต้อง

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัย ออกแบบ และพัฒนาส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถ การเข้าถึงเว็บสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยแนวทางการพัฒนาเว็บที่ทุกคนเข้าถึงได้ระดับวีซีเออี ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย ประโยชน์ ปัญหา และข้อจำกัดที่พบได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวทางในการปรับปรุงความสามารถในการเข้าถึงเว็บไซต์ของผู้ พิการทางสายตาตามแนวทางการพัฒนาเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ คือ ดัชนีวีซีเออีรุ่นที่ 2.0 เพื่อออกแบบวิธีการที่จะใช้ในการตรวจสอบพร้อมทั้งปรับปรุงหน้าเว็บเพจนั้นเพื่อให้หน้าเว็บเพจนั้น ผ่านเกณฑ์ความสำเร็จตามแนวทางที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนของการทำงานของส่วนต่อขยายบราวเซอร์เป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ ใช้ในการตรวจสอบ และส่วนที่ใช้ในการแก้ไขปรับปรุง โดยทั้งสองส่วนนี้ทำงานอยู่ในส่วนต่อขยายบน เว็บบราวเซอร์ไฟร์ฟอกซ์

สำหรับส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบประเมินเอชทีเอ็มแอลดอมได้มีการนิยามนิพจน์ของเอกซ์ พาทเพื่อใช้ในการระบุอิลิเมนต์ที่ส่วนต่อขยายในงานวิจัยนี้ต้องแก้ไขปรับปรุง

สำหรับส่วนที่ใช้ในการแก้ไขแบบอัตโนมัติในงานวิจัยนี้ได้ใช้จาวาสคริปต์เข้ามาเพื่อทำการ แก้ไขเอชทีเอ็มแอลดอม โดยรับข้อมูลที่ระบุมาจากเอกซ์พาท และส่วนที่ใช้จาวาสคริปต์ในการ ปรับปรุงเว็บเพจโดยตรง

6.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยส่วนต่อขยายบราวเซอร์เพื่อปรับปรุงความสามารถการเข้าถึง เว็บ สำหรับผู้พิการทางสายตา ได้แก่

1. ได้ซอฟต์แวร์เสรีส่วนต่อขยายเพื่อเพิ่มความสามารถการเข้าถึงข้อมูลบนเว็บสำหรับผู้ พิการทางสายตา
2. ได้ซอฟต์แวร์เสรีส่วนต่อขยายสำหรับปรับปรุงโครงสร้างหน้าเว็บแบบอัตโนมัติ เพื่อ สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดสังคมแห่งความเท่าเทียมของการเข้าถึงข้อมูลบนเว็บ
3. ได้แนวทางข้อเสนอแนะในมุมมองของนักพัฒนาเว็บไซต์สำหรับการพัฒนาเว็บไซต์ที่ทุกคน เข้าถึงได้
4. ได้นิพจน์ของเอกซ์พาทเพื่อใช้ในการประเมินผลตามแนวทางการพัฒนาเว็บที่ทุกคน สามารถเข้าถึงได้

6.3 ข้อจำกัด

1. ส่วนต่อขยายสามารถแก้ไขได้เฉพาะอีลิเมนต์ที่สร้างขึ้นตามมาตรฐานของเอชทีเอ็มแอลที่กำหนดขึ้นโดยองค์กรพัฒนาเทคโนโลยีเว็บดับบลิวทีริซี
2. การวิเคราะห์ข้อความภาพของโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์จำเป็นต้องใช้ภาพที่มีความคมชัดและต้องไม่มีรูปภาพอื่นมาอยู่ในภาพเดียวกัน และวิเคราะห์ได้ในส่วนของภาษาอังกฤษเท่านั้น
3. ส่วนต่อขยายสามารถทำงานได้บนเว็บเบราว์เซอร์ไฟร์ฟอกซ์เท่านั้น

6.4 แนวทางในการวิจัยต่อ

ส่วนต่อขยายเบราว์เซอร์ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบโดยใช้แนวทางการพัฒนาเว็บที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้สำหรับผู้พิการโดยทำในขอบเขตของผู้พิการทางสายตา ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อโดยทำให้เหมาะสมกับผู้พิการประเภทอื่น เพื่อให้เว็บเพจนั้นผ่านเกณฑ์ประเมินความสำเร็จในระดับต่างๆ ที่มากขึ้นได้ เช่น เพิ่มความสามารถในการเข้าถึงเว็บสำหรับผู้พิการทางการเคลื่อนไหว เป็นต้น

สำหรับส่วนต่อขยายสามารถการปรับปรุงการทำงานในส่วนของโอซีอาร์เซิร์ฟเวอร์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการอ่านข้อความรูปภาพ เช่น การแก้ไขการแบ่งบรรทัดของตัวอักษร (Deskew and Dewarp text) การแก้ไขความเปรียบต่างของภาพ (Contrast) การลดเม็ดสีลบกวนของรูปภาพ (binarizing and de-noising) เป็นต้น

รายการอ้างอิง

1. Caldwell, B., et al. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. 2008; Available from: <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>.
2. World Health Organization (Visual impairment and blindness). 2013; Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>.
3. Lopes, R., et al., Web not for all: a large scale study of web accessibility, in Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A). 2010, ACM: Raleigh, North Carolina. p. 1-4.
4. Craig, J. and M. Cooper. Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.0. 2014; Available from: <http://www.w3.org/TR/wai-aria/>.
5. XML DOM and HTML DOM. 2014; Available from: http://www.w3schools.com/xml/xml_dom.asp.
6. Simpson, J.E., XPath and XPointer. 2002, Beijing ; Sebastopol, Calif: O'Reilly. x, 196 p.
7. Tesseract-OCR Available from: <https://code.google.com/p/tesseract-ocr/>.
8. Thai Optical Character Recognition. 2008.
9. Smith, R., An Overview of the Tesseract OCR Engine, in Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition - Volume 02. 2007, IEEE Computer Society. p. 629-633.
10. Brown, A. and S. Harper, Dynamic injection of WAI-ARIA into web content, in Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility. 2013, ACM: Rio de Janeiro, Brazil. p. 1-4.
11. Mayol, J.J. and G.F. Nadal. A web accessibility improvement tool. in Information Systems and Technologies (CISTI), 2011 6th Iberian Conference on. 2011.
12. Centeno, V.L., et al., WCAG formalization with W3C standards, in Special interest tracks and posters of the 14th international conference on World Wide Web. 2005, ACM: Chiba, Japan. p. 1146-1147.
13. Thailand Association Of The Blind. Available from: <http://tabgroup.tab.or.th/>.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก.

การใช้งานชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาส่วนต่อขยายไฟร์ฟอกซ์

ชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยให้นักพัฒนาสามารถสร้างส่วนต่อขยายของเบราว์เซอร์ได้อย่างสะดวกและถูกต้องตามมาตรฐานที่ไฟร์ฟอกซ์กำหนดไว้โดยส่วนนี้จะอธิบายถึงคำสั่งที่จำเป็นต่อการใช้งาน

1) การเปิดการใช้งานชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา

ทำการเปิดใช้งานชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาส่วนต่อขยายไฟร์ฟอกซ์ โดยใช้คำสั่ง `source bin/activate` เพื่อเป็นการเปิดการใช้งาน หลังจากนั้นทำการพิมพ์คำสั่ง “`cfx`” เพื่อดูคำสั่งที่มีทั้งหมดของชุดเครื่องมือ แสดงได้ดังรูปที่ 46

```
Options:
--version          show program's version number and exit
-h, --help        show this help message and exit
-v, --verbose     enable lots of output

Supported Command-Specific Options:
-b BINARY, --binary=BINARY
                  path to app binary (run, test, testall, testex,
                  testpkgs)
--binary-args=CMDARGS
                  additional arguments passed to the binary (run, test)
--dependencies    include tests for all deps (test, testall, testex,
                  testpkgs)
--extra-packages=EXTRA_PACKAGES
                  extra packages to include, comma-separated. Default is
                  'addon-sdk'. (run, test, testall, testcfx, testex,
                  testpkgs, xpi)
-f FILENAME[:TESTNAME], --filter=FILENAME[:TESTNAME]
                  only run tests whose filenames match FILENAME and
                  optionally match TESTNAME, both regexps (test,
                  testall, testex, testpkgs)
-g CONFIG, --use-config=CONFIG
                  use named config from local.json (run, test, testall,
                  testex, testpkgs, xpi)
-p PROFILEDIR, --profiledir=PROFILEDIR
                  profile directory to pass to app (run, test, testall,
                  testex, testpkgs)
--package-path=PACKAGEPATH
                  extra directories for package search (run, test, xpi)
--parseable      display test output in a parseable format (run, test,
                  testaddons, testall, testex, testpkgs)
--pkgdir=PKGDIR  package dir containing package.json; default is
                  current directory (run, test, xpi)
--static-args=STATIC_ARGS
                  extra harness options as JSON (run, xpi)
--templatedir=TEMPLATEDIR
                  XULRunner app/ext. template (run, xpi)
--times=ITERATIONS
                  number of times to run tests (test, testall, testex,
                  testpkgs)
--update-link=UPDATE_LINK
                  generate update.rdf (xpi)
--update-url=UPDATE_URL
                  update URL in install.rdf (xpi)

Experimental Command-Specific Options:
-a APP, --app=APP  app to run: firefox (default), fennec, fennec-on-
                  device, xulrunner or thunderbird (run, test, testall,
                  testex, testpkgs)
--check-memory    attempts to detect leaked compartments after a test
                  run (test, testaddons, testall, testpkgs)
--force-mobile    Force compatibility with Firefox Mobile (run, test,
                  testall, xpi)
--force-use-bundled-sdk
                  When --strip-sdk isn't passed, force using sdk modules
```

รูปที่ 46 ชุดคำสั่งที่ได้จากคำสั่ง xpi

2) การสร้างโครงการใหม่ด้วยชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา

หลังจากทำการเปิดการใช้งานชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาให้พิมพ์คำสั่ง “cfx init” เพื่อใช้งานคำสั่งสำหรับสร้างโครงการใหม่โดยจะแสดงผลดังรูปที่ 47

```
(addon-sdk-1.15)sittiporns-MacBook-Pro:addon-sdk-1.15 sittipornautchariyabut$ cd
/Users/sittipornautchariyabut/ThesisWorkSpace/test
(addon-sdk-1.15)sittiporns-MacBook-Pro:test sittipornautchariyabut$ cfx init
* lib directory created
* data directory created
* test directory created
* doc directory created
* README.md written
* generated jID automatically: jid1-B1bG4FC6MTYu5w
* package.json written
* test/test-main.js written
* lib/main.js written
* doc/main.md written

Your sample add-on is now ready.
Do "cfx test" to test it and "cfx run" to try it. Have fun!
(addon-sdk-1.15)sittiporns-MacBook-Pro:test sittipornautchariyabut$ █
```

รูปที่ 47 หน้าจอแสดงผลหลังใช้คำสั่งสร้างโครงการใหม่

3) การตรวจสอบความถูกต้องของโค้ดด้วยชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา

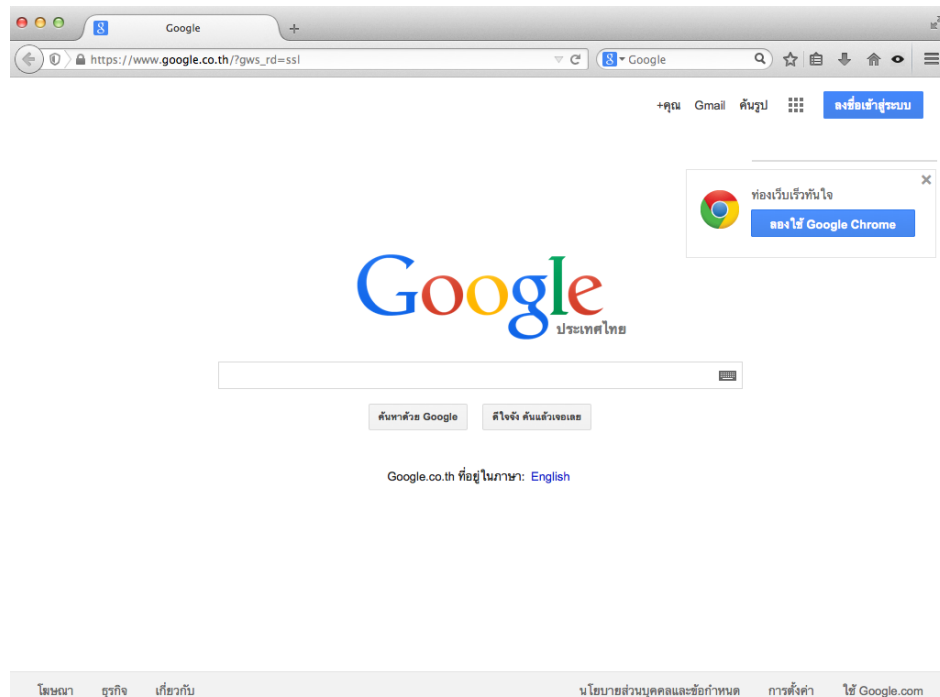
หลังจากทำการเปิดการใช้งานชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาให้พิมพ์คำสั่ง “cfx test” เพื่อใช้งานคำสั่งการทดสอบหากมีส่วนที่ผิดพลาดระบบจะแสดงผลดังรูปที่ 48

```
(addon-sdk-1.15)sittiporns-MacBook-Pro:blind-improvement sittipornautchariyabut$ cfx test
Warning: Use of deprecated require path:
  In /Users/sittipornautchariyabut/ThesisWorkSpace/blind-improvement/lib/audioControl.js:3:
  require('self').
  New path should be:
  require('sdk/self')
Warning: Use of deprecated require path:
  In /Users/sittipornautchariyabut/ThesisWorkSpace/blind-improvement/lib/audioControl.js:6:
  require('tabs').
  New path should be:
  require('sdk/tabs')
(addon-sdk-1.15)sittiporns-MacBook-Pro:blind-improvement sittipornautchariyabut$ █
```

รูปที่ 48 หน้าจอแสดงผลหลังใช้คำสั่งการตรวจสอบ

4) การตรวจสอบการทำงานของส่วนต่อขยายผ่านชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา

ชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาสามารถแสดงผลการทำงานเบื้องหลังของส่วนต่อขยายได้โดยใช้คำสั่ง “cfx run” หลังจากเรียกใช้คำสั่งแล้วระบบจะทำการเปิดเว็บเบราว์เซอร์ไฟร์ฟอกซ์ขึ้นมาพร้อมทั้งเรียกใช้งานส่วนต่อขยายให้โดยอัตโนมัติซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 49



รูปที่ 49 หน้าเว็บเพจหลักจากเรียกใช้คำสั่งตรวจสอบการทำงาน

และนักพัฒนาจะสามารถตรวจสอบการทำงานเบื้องหลังของส่วนต่อขยายผ่านทาง Command line หรือ Terminal ดังรูปที่ 50

```

1/rs=AItRSTNfGmB_-do3Y03g20Aht3L6itPzpQ/cb=gapi.loaded_0, line 17: reference to undefined property a.push
JavaScript strict warning: https://apis.google.com/_scs/abc-static/_js/k=gapi.gapi.en.TY07tiUU0tE.0/m=gapi_iframes,g
1/rs=AItRSTNfGmB_-do3Y03g20Aht3L6itPzpQ/cb=gapi.loaded_0, line 23: reference to undefined property a.push
JavaScript strict warning: https://apis.google.com/_scs/abc-static/_js/k=gapi.gapi.en.TY07tiUU0tE.0/m=gapi_iframes,g
1/rs=AItRSTNfGmB_-do3Y03g20Aht3L6itPzpQ/cb=gapi.loaded_0, line 169: reference to undefined property (intermediate valu
JavaScript strict warning: https://apis.google.com/_scs/abc-static/_js/k=gapi.gapi.en.TY07tiUU0tE.0/m=gapi_iframes,g
1/rs=AItRSTNfGmB_-do3Y03g20Aht3L6itPzpQ/cb=gapi.loaded_0, line 181: reference to undefined property b.useLegacyProtoCo
JavaScript strict warning: https://apis.google.com/_scs/abc-static/_js/k=gapi.gapi.en.TY07tiUU0tE.0/m=gapi_iframes,g
1/rs=AItRSTNfGmB_-do3Y03g20Aht3L6itPzpQ/cb=gapi.loaded_0, line 254: reference to undefined property _Da.dk.add
JavaScript strict warning: https://apis.google.com/_scs/abc-static/_js/k=gapi.gapi.en.TY07tiUU0tE.0/m=gapi_iframes,g
1/rs=AItRSTNfGmB_-do3Y03g20Aht3L6itPzpQ/cb=gapi.loaded_0, line 346: reference to undefined property window.external.st
JavaScript strict warning: https://www.gstatic.com/og/_js/k=og.og.en_US.uRzti9ny05Q.0/rt=j/m=sy22,sy23,sy25,sy32,sy26
9,is,sy34,id,nb,nw,sb,sd,st,awd,sy35,sy36,p,vd,lod,eld,ip,dp,cpd/rs=AItRST0wEA61nZ9SR0vNgtYefavi_TE0wg, line 154: refe
System JS : WARNING resource://gre/modules/XPIProvider.jsm -> jar:file:///var/folders/zq/df6m2d8d3c15lzh42v0ykyk00000g
UnaJMLngKMr7BdOUGYdLnc8uA@jetpack.xpi!/bootstrap.js -> resource://gre/modules/commonjs/toolkit/loader.js -> resource://
s -> resource://jid0-wnunajmlngkMr7bdougydLnc8ua-at-jetpack/blind-improvement/data/js/jquery-2.0.3.min.js:1 - Using //
deprecated. Use //# instead
System JS : WARNING resource://gre/modules/XPIProvider.jsm -> jar:file:///var/folders/zq/df6m2d8d3c15lzh42v0ykyk00000g
UnaJMLngKMr7BdOUGYdLnc8uA@jetpack.xpi!/bootstrap.js -> resource://gre/modules/commonjs/toolkit/loader.js -> resource://
s -> resource://jid0-wnunajmlngkMr7bdougydLnc8ua-at-jetpack/blind-improvement/data/js/jquery-2.0.3.min.js:1 - Using //
deprecated. Use //# instead
JavaScript strict warning: https://www.google.co.th/xjs/_js/k=xjs.s.en_US.XMJxgDRrB5E.0/m=sx,c,sb,cr,elog,jsa,r,hsm,j
1/t=zcms/rs=AItRSTOCRIiY0pWmuqEsk2qerDjCAFJXFg, line 169: reference to undefined property window.chrome
console.log: blind-improvement: Detect img element missing alt attribute.
console.log: blind-improvement: Detect img element missing alt attribute.
console.log: blind-improvement: 1. send : ID : 0-blind-img-0imageUrl : https://www.gstatic.com/inputtools/images/tia.p
console.log: blind-improvement: Detect img element missing alt attribute.
console.log: blind-improvement: Detect img element missing alt attribute.
console.log: blind-improvement: 1. send : ID : 0-blind-img-1imageUrl : https://www.google.co.th/images/icons/product/c
console.log: blind-improvement: init DOM observer function
console.log: blind-improvement: init DOM observer function
console.log: blind-improvement: init DOM observer function
console.log: blind-improvement: 2. received :
console.error: blind-improvement:
Message: SyntaxError: JSON.parse: unexpected end of data at line 1 column 1 of the JSON data
Stack:
@resource://gre/modules/XPIProvider.jsm -> jar:file:///var/folders/zq/df6m2d8d3c15lzh42v0ykyk00000gn/T/tmpzx0mLk.m
UGYdLnc8uA@jetpack.xpi!/bootstrap.js -> resource://gre/modules/commonjs/toolkit/loader.js -> resource://gre/modules/co
/jid0-wnunajmlngkMr7bdougydLnc8ua-at-jetpack/blind-improvement/data/insertALT.js:3
onEvent@resource://gre/modules/XPIProvider.jsm -> jar:file:///var/folders/zq/df6m2d8d3c15lzh42v0ykyk00000gn/T/tmpzx0mL
BdOUGYdLnc8uA@jetpack.xpi!/bootstrap.js -> resource://gre/modules/commonjs/toolkit/loader.js -> resource://gre/modules
e://gre/modules/commonjs/sdk/content/content-worker.js:45

```

รูปที่ 50 หน้าจอกำหนดการทำงานเบื้องหลังบางส่วนของส่วนต่อขยาย

5) การสร้างไฟล์ติดตั้งส่วนต่อขยายสำหรับนำไปติดตั้งบนเว็บเบราว์เซอร์ไฟร์ฟอกซ์

ในการพัฒนาส่วนต่อขยายนั้นจะมีไฟล์เกิดขึ้นหลายไฟล์ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปติดตั้งเราต้องทำการรวมไฟล์เหล่านั้นให้เป็นไฟล์เดียวเสียก่อนคือไฟล์นามสกุลเอกซ์พีไอ โดยทำผ่านชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาโดยใช้คำสั่ง “cfx xpi” หลังจากนั้นระบบจะทำการสร้างไฟล์เอกซ์พีไอเพื่อใช้ในการติดตั้ง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

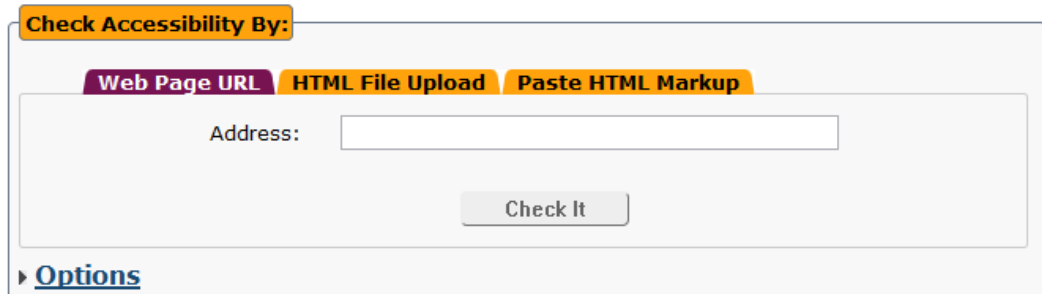
ภาคผนวก ข.

การประเมินเว็บเพจโดยใช้เว็บไซต์ เอเช็คเกอร์

เว็บไซต์เอเช็คเกอร์ (URL : <http://achecker.ca>) เป็นเว็บไซต์ที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาเว็บไซต์นำเว็บไซต์ที่ตนพัฒนามาประเมินความสามารถในการเข้าถึงเว็บไซต์ โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย โดยข้อมูลนำเข้าที่เว็บไซต์เอเช็คเกอร์ใช้ในการประเมินมีด้วยกัน 3 รูปแบบคือ

1) ที่อยู่ของเว็บไซต์ (URL Address)

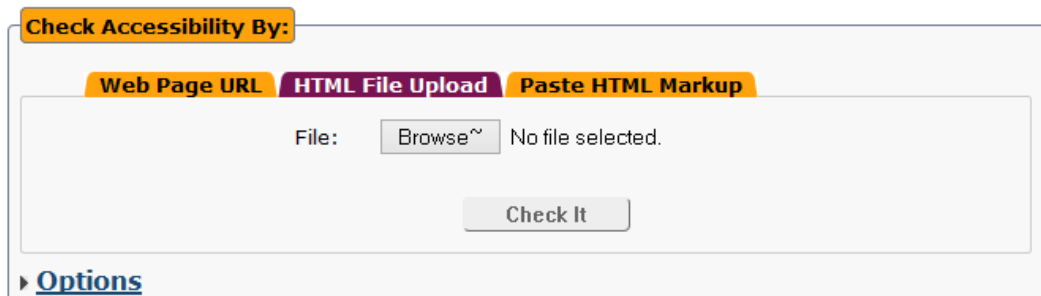
สำหรับวิธีนี้ผู้ใช้จะต้องกรอก ที่อยู่ของเว็บไซต์ที่ต้องการประเมินเข้าไปในช่อง ที่อยู่ (Address) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 51 แต่วิธีนี้จะไม่ได้ผลกับเว็บไซต์ที่มีการเปลี่ยนแปลงเส้นทางที่อยู่ของหน้าเว็บเพจ



รูปที่ 51 หน้าจอการใช้ที่อยู่ของเว็บไซต์มาเป็นข้อมูลนำเข้า

2) ไฟล์เอชทีเอ็มแอล

สำหรับวิธีนี้ผู้ใช้ต้องทำการอัปโหลดไฟล์เอชทีเอ็มแอลที่ต้องการประเมินเข้าไปในระบบซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 52



รูปที่ 52 หน้าจอการใช้ไฟล์เอชทีเอ็มแอลมาเป็นข้อมูลนำเข้า

3) ใช้โค้ดเอชทีเอ็มแอลด้อม

สำหรับวิธีนี้ผู้ใช้จะต้องทำการคัดลอกโค้ดเอชทีเอ็มแอลด้อมที่ต้องการประเมินนำมาวางไว้ที่กล่องข้อความที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 53

Check Accessibility By:

Web Page URL **HTML File Upload** **Paste HTML Markup**

Paste from clipboard complete HTML source:

► **Options**

รูปที่ 53 หน้าจอการใช้โค้ดเอชทีเอ็มแอลดอมนมาเป็นข้อมูลนำเข้า
 สำหรับการตั้งค่าในการประเมิน สามารถทำได้โดยการคลิกที่ตัวเลือกเพื่อเปิดตัวเลือกที่ใช้ใน
 การตั้งค่าซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 54 และผลการประเมินสามารถแสดงตัวอย่าง

Check Accessibility By:

Web Page URL **HTML File Upload** **Paste HTML Markup**

Address:

▼ **Options**

Enable HTML Validator Enable CSS Validator Show Source

Guidelines to Check Against

BITV 1.0 (Level 2) Section 508 Stanca Act

WCAG 1.0 (Level A) WCAG 1.0 (Level AA) WCAG 1.0 (Level AAA)

WCAG 2.0 (Level A) WCAG 2.0 (Level AA) WCAG 2.0 (Level AAA)

Report Format

View by Guideline View by Line Number

รูปที่ 54 หน้าจอตัวเลือกที่ใช้ในการตั้งค่า

รูปที่ 55 แสดงตัวอย่างของผลการประเมินเว็บไซต์ โดยเอเช็คเกอร์จะบอกถึงอิลิเมนต์ที่ไม่เป็นไปตามแนวทางของดับบริวซีเอจี

1.1 Text Alternatives: Provide text alternatives for any non-text content

Success Criteria 1.1.1 Non-text Content (A)

Check 1: img element missing alt attribute.

Repair: Add an alt attribute to your img element.

✖ Line 220, Column 1837:

```

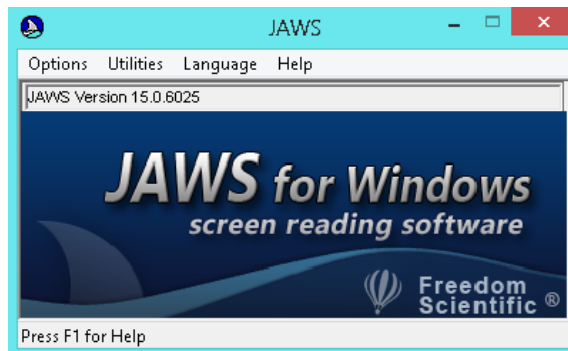
```

รูปที่ 55 หน้าจอผลการประเมิน

ภาคผนวก ค.

การใช้งานซอฟต์แวร์ช่วยอ่านหน้าจอจอร์

ซอฟต์แวร์ช่วยอ่านหน้าจอจอร์เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้ผู้ที่ตาบอดสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์โดยมีการทำงานอยู่เบื้องหลังแสดงได้ดังรูปที่ 56 ทำหน้าที่อ่านออกเสียงข้อความที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน จอร์ใช้การควบคุมผ่านแป้นพิมพ์เป็นหลัก โดยแสดงคีย์หลักที่ใช้ในการควบคุมดังตารางที่ 26



รูปที่ 56 หน้าจอแรกของซอฟต์แวร์ช่วยอ่านหน้าจอจอร์

ตารางที่ 26 คีย์ที่ใช้ในการควบคุมซอฟต์แวร์ช่วยอ่านหน้าจอจอร์

คีย์	คำอธิบาย
ลูกศรขึ้น	อ่านขึ้นที่ละบรรทัด
ลูกศรลง	อ่านลงที่ละบรรทัด
ลูกศรซ้าย	อ่านที่ละตัวอักษรไปทางซ้าย
ลูกศรขวา	อ่านที่ละตัวอักษรไปทางขวา
Ctrl + ลูกศรซ้าย	อ่านที่ละคำไปทางซ้าย
Ctrl + ลูกศรขวา	อ่านที่ละคำไปทางขวา
Ctrl + ลูกศรขึ้น	อ่านขึ้นที่ละย่อหน้า
Ctrl + ลูกศรลง	อ่านลงที่ละย่อหน้า
H	อ่านหัวข้อเว็บไซต์
J	เลือกอ่านบรรทัด
R	อ่านบริเวณ (Region)

ซอฟต์แวร์ช่วยอ่านหน้าจอจอร์ไม่สามารถอ่านออกเสียงเป็นภาษาไทยได้หากผู้ใช้งานต้องการให้มีการอ่านภาษาไทยผู้ใช้งานสามารถใช้งานซอฟต์แวร์ช่วยอ่านหน้าจอจอร์ร่วมกับซอฟต์แวร์ ฟีพีเอ ดาติพีย์

(PPA Tatip) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 57 ซึ่งพัฒนาโดยสมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย (Thailand Association Of The Blind) [13] เป็นซอฟต์แวร์ประเภทใช้งานฟรี แต่ผู้ใช้จะต้องทำการขอรหัสการใช้งานจากสมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย



รูปที่ 57 หน้าจอโปรแกรมตาพิพย์

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสิทธิพร อัจฉริยะบุตร เกิดเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2530 ที่จังหวัดสิงห์บุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมมัลติมีเดีย และระบบอินเทอร์เน็ต คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ในปีการศึกษา 2552 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ที่ ภาควิชาวิศวกรรม คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY