

การแสดงรูปแบบควิทีโอที่สามารถเข้าถึงได้สำหรับอีเลิร์นนิ่งบนเว็บ



นายณัฐพงศ์ ลือพัฒนสุข

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

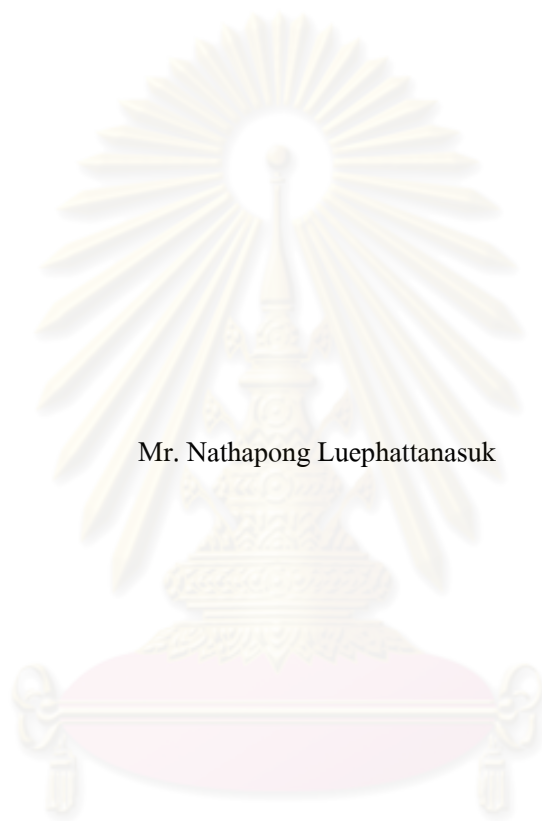
สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACCESSIBLE QTI PRESENTATION FOR WEB-BASED E-LEARNING



Mr. Nathapong Luephattanasuk

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Computer Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University



ฉันทพงศ์ ลือพัฒนสุข : การแสดงรูปแบบควิทีไอที่สามารถเข้าถึงได้สำหรับอีเลิร์นนิ่งบนเว็บ. (ACCESSIBLE QTI PRESENTATION FOR WEB-BASED E-LEARNING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศศ. ดร. โปรตปราน บุญยพุกกณะ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ศศ. ดร. อติวงศ์ สุชาโต, 122 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการแสดงผลรูปแบบควิทีไอ (QTI: Question and Test Interoperability) ที่สามารถเข้าถึงได้สำหรับอีเลิร์นนิ่งบนเว็บ โดยได้เสนออัลกอริทึมในการแปลงรูปแบบโครงสร้างข้อมูลคำถามสำหรับคำถาม 7 ประเภท พร้อมกับสร้างเครื่องมือต้นแบบซึ่งใช้ในการแปลงโครงสร้างข้อมูลของคำถามซึ่งถูกสร้างตามข้อกำหนดควิทีไอ และแสดงคำถามดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบที่สอดคล้องกับแนวทางดับเบิลยูซีเอจีเพื่อให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้ พร้อมทั้งมีการเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานที่เหมาะสมสำหรับการทำข้อสอบโดยเฉพาะ คือฟังก์ชันสำหรับการแสดงคำถามข้อก่อนหน้า หรือข้อถัดไปที่ยังไม่ได้ทำ รวมถึงฟังก์ชันสำหรับการแสดงคำถามข้อที่ต้องการทันที ฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบสถานะการทำแบบทดสอบโดย แสดงคำถามข้อที่ทำไปแล้ว และคำตอบที่ได้ตอบไป และฟังก์ชันสำหรับการซ่อนปุ่มที่ไม่สามารถใช้งานได้ในขณะที่นั้นเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ฟังก์ชันดังกล่าวช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถใช้ประโยชน์จากคำถามที่มีอยู่อย่างมากมายบนระบบจัดการการเรียนรู้ร่วมกับโปรแกรมอ่านหน้าจอได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

การทดสอบถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแรกทดสอบความครบถ้วน และความถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ ผลการทดสอบพบว่าเครื่องมือต้นแบบมีความสามารถในการทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ต้องการ ส่วนที่สองทดสอบความเข้าถึงได้ของผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงโครงสร้างข้อมูลของคำถามว่าสามารถผ่านเกณฑ์ของแนวทางดับเบิลยูซีเอจีได้จริง โดยใช้วิธีการตรวจสอบกับเครื่องมือตรวจสอบอัตโนมัติ หรือเอเช็คเกอร์ (AChecker) ซึ่งผลจากการทดสอบส่วนนี้แสดงให้เห็นว่าไม่พบปัญหาที่ชัดเจนอันจะก่อให้เกิดอุปสรรคในการเข้าถึงได้ต่อผู้ใช้งานซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็น และ ส่วนสุดท้ายทดสอบความเข้าถึงได้ของผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงโครงสร้างข้อมูลของคำถาม โดยทดสอบกับกลุ่มผู้ใช้งานซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็น ซึ่งผลจากการทดสอบส่วนนี้แสดงให้เห็นว่า จะไม่เกิดอุปสรรคต่อการเข้าถึงได้ต่อผู้ใช้งาน และฟังก์ชันการใช้งานที่เพิ่มเข้ามามีส่วนช่วยให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถทำข้อสอบได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิติ *ฉันทพงศ์ ลือพัฒนสุข*  
 สาขาวิชา วิศวกรรมซอฟต์แวร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก *[Signature]*  
 ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม *อติวงศ์*



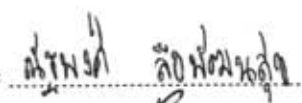

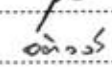
## 5070273921 : MAJOR SOFTWARE ENGINEERING

KEYWORDS : ACCESSIBILITY / PEOPLE WITH VISUAL DISABILITIES / LMS / QTI / SCREEN READER / WCAG

NATHAPONG LUEPHATTANASUK : ACCESSIBLE QTI PRESENTATION FOR WEB-BASED E-LEARNING. ADVISOR : ASST.PROF. PROADPRAN PUNYABUKKANA Ph.D., CO-ADVISOR : ASST.PROF. ATIWONG SUCHATO Ph.D., 122 pp.

This thesis proposes an accessible QTI presentation for web-based e-learning by offering an interpretation algorithm and creating a prototype tool to interpret data structure of questions which are built to conform with QTI specification and present them in a format that conforms with WCAG to ensure accessibility for the blind users. The tool also provides new functions that particularly suit the blind users in the test taking process. These functions help users to quickly navigate to previous or next questions that are not answered or navigate to desired questions immediately, check current status of doing assessment by showing answered questions with answers by users, and hide the buttons that are inappropriate to choose at that time. These functions help users to utilize the existing questions in learning management system with screen reader program more proper.

The experiment and test are divided into three parts. The first part is to examine the completeness and correctness of the prototype tool. We found that the prototype tool work properly as needed. The Second part is to examine the accessibility of the resulting solutions from the interpretation process to ensure of its conformity to WCAG by checking outcome with AChecker, an accessibility evaluation tool. The results show that they fully conform to WCAG. The final part is to observe users' satisfaction by testing the tool with people with visual disabilities. The results show that there are no accessibility barriers to blind users and the users are very satisfied with new functions provided by the tool.

Department : .....	Computer Engineering .....	Student's Signature	
Field of Study : .....	Software Engineering .....	Advisor's Signature	
Academic Year : .....	2010 .....	Co-advisor's Signature	

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างเรียบร้อยด้วยความเมตตา และความช่วยเหลืออย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โปรดปราน บุญยพุกกณะ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อติวงศ์ สุขชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาย รัตนเสถียร ซึ่งคอยสละเวลาช่วยให้คำปรึกษา ชี้ข้อบกพร่อง ให้ข้อคิด และคำแนะนำต่างๆทั้งในด้านการทำวิจัย และด้านจริยธรรม รวมถึงความเอาใจใส่ ที่คอยผลักดันให้มีความทำงานวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย รั้วไพบุลย์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. พรศิริ หมั่นไชยศรีและ ดร. ประภาศิต ภาวะสิทธิ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำตั้งแต่การเริ่มสอบ โครงร่างวิทยานิพนธ์ เพื่อทำให้งานวิทยานิพนธ์มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ และความเมตตา อันเป็นพื้นฐานแห่งความสำเร็จในการทำงานวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณบุคลากรภายในภาควิชาที่ช่วยอำนวยความสะดวกด้านต่างๆ และคอยตอบข้อสงสัยต่างๆ ให้กระจ่างชัด

ขอขอบพระคุณ ผู้พิการทางการเห็นทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และร่วมมือช่วยใน ด้านการทดสอบ ให้ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงให้งานที่ได้มีพัฒนาและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสำหรับพื้นที่ที่มีให้ได้ทำงาน พักผ่อน และเป็นที่พักปะปะเพื่อนๆ และน้องๆ โดยเฉพาะคุณมณิดา อนันต์รัตน โขติ ที่คอยสนับสนุน ให้คำแนะนำ ได้ถามสารทุกข์สุกดิบ ให้กำลังใจ และคอยช่วยเหลือด้านต่างๆ จนทำให้การทำงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติๆ ที่เข้าใจ ให้ความเป็นห่วงเป็นใย คอยสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยเสมอมา

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.3 ข้อยกจำกัด และขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย .....	3
1.6 เนื้อหาในวิทยานิพนธ์.....	4
1.7 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์ .....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	5
2.1.1 ข้อกำหนดคิวิทีไอ.....	5
2.1.2 แนวทางในการสร้างเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ หรือ ดับเบิลยูซีเอจี .....	8
2.1.3 ความเข้าถึงได้.....	10
2.1.4 โปรแกรมอ่านหน้าจอ .....	10
2.1.5 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....	11
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	14
2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำเสนอเนื้อหาที่เข้าถึงได้สำหรับผู้พิการทางการเห็น .....	14
2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับอีเลิร์นนิ่ง และข้อกำหนดคิวิทีไอ .....	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	21
บทที่ 4 การวิเคราะห์ และออกแบบ .....	25
4.1 โครงสร้างของเครื่องมือต้นแบบ .....	25
4.1.1 ส่วนการวิเคราะห์โครงสร้างข้อมูลของคำถาม .....	25
4.1.2 ส่วนการแปลงคำถามตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี ฉบับ 2.0.....	36

4.2	วิเคราะห์และออกแบบ โครงสร้างหน้าจอบนเว็บสำหรับนำเสนอคำถามแก่ผู้พิการทางการเห็น	36
4.3	วิเคราะห์และออกแบบ เครื่องมือต้นแบบ	42
3.3.1	แผนภาพยูสเคส	42
3.3.2	แผนภาพกิจกรรม	49
3.3.3	แผนภาพลำดับ	54
3.3.4	แผนภาพคลาส	62
บทที่ 5	การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ	73
5.1	สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ	73
5.2	ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ	73
5.3	โครงสร้างของเครื่องมือต้นแบบ	75
บทที่ 6	การทดสอบ	77
6.1	ส่วนการทดสอบเครื่องมือต้นแบบ	77
6.1.1	การทดสอบความครบถ้วน และความถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ	77
6.1.2	การทดสอบการนำเข้า และส่งออกคำถามประเภทต่างๆ	78
6.2	ส่วนการทดสอบความเข้าถึงได้ของผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือต้นแบบ	80
6.2.1	การทดสอบความเข้าถึงได้จากวิธีการแปลความของเครื่องมือต้นแบบด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติเอเช็คเกอร์	80
6.2.2	การทดสอบความเข้าถึงได้จากวิธีการแปลความของเครื่องมือต้นแบบโดยผู้พิการทางการเห็น	82
บทที่ 7	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	84
7.1	สรุปผลการวิจัย	84
7.2	ข้อเสนอแนะ	84
	รายการอ้างอิง	85
	ภาคผนวก	88
	ภาคผนวก ก แนวทางในการสร้างเว็บไซต์ที่สามารถเข้าถึงได้ หรือ ดับเบิลยูซีเอจี	89
	ภาคผนวก ข วิธีการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ	99
ข.1	การแสดงคำถามและการจัดการคำถามที่ถูกสร้างขึ้นมาในเครื่องมือต้นแบบ	99
ข.2	เมนู	100
ข.3	ปุ่ม	101
ข.4	การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทถูกผิด(ข้อความ)	103



ข.5 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ).....	104
ข.6 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ).....	105
ข.7 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ).....	107
ข.8 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) .....	108
ข.9 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) .....	109
ข.10 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) .....	111
ภาคผนวก ค ปัญหาที่โปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติไม่สามารถตรวจสอบได้.....	113
ค.1 ปัญหาประเภทที่เกี่ยวกับการแสดงเนื้อหา .....	113
ค.2 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจาวาสคริปต์ .....	113
ค.3 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการท่องไปยังส่วนต่างๆของเนื้อหา.....	114
ภาคผนวก ง คำถามที่ใช้ในการทดสอบกับผู้พิการทางการเห็น.....	115
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	122

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างความต้องการของการทำให้เว็บสามารถเข้าถึงได้โดยผู้พิการทางการเห็น .....	15
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างเหตุผลที่แสดงถึงความจำเป็นของความต้องการที่นำเสนอ .....	16
ตารางที่ 4.1 วิธีการจำแนกคำถามแต่ละประเภทจากโครงสร้างข้อมูลของคำถาม .....	35
ตารางที่ 6.1 ผลการทดสอบความถูกต้อง และครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือ .....	77
ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบการนำเข้าข้อมูล และส่งออกข้อมูลของคำถามทั้ง 7 ประเภท .....	78
ตารางที่ 6.3 ผลการทดสอบความเข้าถึงได้ด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติ .....	81
ตารางที่ 6.4 รายละเอียดของผู้ทดสอบ .....	83
ตารางที่ ก.1 หลักการของดับเบิลยูซีเอจี .....	89



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญญภาพ

หน้า

รูปที่ 2. 1 โครงสร้างข้อมูลของคำถามแบบต่างๆ.....	6
รูปที่ 2. 2 โครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บคำถามอย่างเดียว.....	6
รูปที่ 2. 3 แผนภาพแสดงภาพรวมของแนวทางดับเบิ้ลยูซีเอจี.....	9
รูปที่ 2. 4 การเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่คนทั่วไปมองเห็น กับสิ่งที่ผู้พิการทางการเห็น ได้ยินจากโปรแกรมอ่านหน้าจอ.....	14
รูปที่ 3. 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	22
รูปที่ 4. 1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ.....	25
รูปที่ 4. 2 โครงสร้างข้อมูลของคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ).....	26
รูปที่ 4. 3 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ).....	27
รูปที่ 4. 4 รูปแบบคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ).....	27
รูปที่ 4. 5 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ).....	28
รูปที่ 4. 6 รูปแบบคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ).....	29
รูปที่ 4. 7 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ).....	29
รูปที่ 4. 8 รูปแบบคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ).....	30
รูปที่ 4. 9 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ).....	31
รูปที่ 4. 10 รูปแบบคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ).....	31
รูปที่ 4. 11 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ).....	32
รูปที่ 4. 12 รูปแบบคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ).....	32
รูปที่ 4. 14 รูปแบบคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม).....	33
รูปที่ 4. 15 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม).....	34
รูปที่ 4. 16 รูปแบบคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม).....	34
รูปที่ 4. 17 โครงสร้างหน้าจอบนเว็บสำหรับนำเสนอคำถามแก่ผู้พิการทางการเห็น.....	37
รูปที่ 4. 18 หน้าจอตรวจสอบการตอบคำถาม.....	39
รูปที่ 4. 19 หน้าจอรายงานผลการตอบคำถาม.....	39
รูปที่ 4. 20 หน้าจอรายละเอียดแบบทดสอบ.....	41
รูปที่ 4. 21 แผนภาพยูสเคส.....	42
รูปที่ 4. 22 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการสร้างคำถาม.....	49
รูปที่ 4. 23 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการนำเข้าสู่ข้อมูลคำถาม.....	50
รูปที่ 4. 24 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการเปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกต้องทันที.....	50

รูปที่ 4. 25 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการบันทึกข้อมูลของคำถาม .....	51
รูปที่ 4. 26 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการแก้ไขข้อมูลของคำถาม .....	51
รูปที่ 4. 27 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการส่งออกข้อมูลของคำถามตามข้อกำหนดคิวทีไอ .....	52
รูปที่ 4. 28 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการส่งออกข้อมูลของคำถามตามแนวทางดับเบิ้ลยูซีเอจี .....	52
รูปที่ 4. 29 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการจัดการลำดับคำถาม .....	53
รูปที่ 4. 30 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการเรียงลำดับคำถามอัตโนมัติ .....	53
รูปที่ 4. 31 แผนภาพลำดับสำหรับการสร้างคำถาม .....	54
รูปที่ 4. 32 แผนภาพลำดับสำหรับการนำเข้าข้อมูลคำถาม .....	55
รูปที่ 4. 33 แผนภาพลำดับสำหรับการเปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกระบุบันทึก.....	56
รูปที่ 4. 34 แผนภาพลำดับสำหรับการบันทึกข้อมูลของคำถาม .....	57
รูปที่ 4. 35 แผนภาพลำดับสำหรับการแก้ไขข้อมูลของคำถาม.....	58
รูปที่ 4. 36 แผนภาพลำดับสำหรับการส่งออกข้อมูลของคำถามรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ .....	59
รูปที่ 4. 37 แผนภาพลำดับสำหรับการส่งออกข้อมูลของคำถามรูปแบบตามแนวทางดับเบิ้ลยูซีเอจี.....	60
รูปที่ 4. 38 แผนภาพลำดับสำหรับการจัดการลำดับคำถาม .....	61
รูปที่ 4. 39 แผนภาพลำดับสำหรับการเรียงลำดับคำถามอัตโนมัติ .....	61
รูปที่ 4. 40 แผนภาพคลาส .....	72
รูปที่ 5. 1 เครื่องมือต้นแบบ .....	74
รูปที่ 5. 2 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของหน้าจอ.....	75
รูปที่ ข. 1 หน้าจอสำหรับแสดงคำถามและจัดการคำถามบนเครื่องมือต้นแบบ .....	99
รูปที่ ข. 2 เมนูบนเครื่องมือต้นแบบ .....	100
รูปที่ ข. 3 ปุ่มบนเครื่องมือต้นแบบ .....	102
รูปที่ ข. 4 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ).....	103
รูปที่ ข. 5 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ).....	105
รูปที่ ข. 6 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ).....	106
รูปที่ ข. 7 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) .....	107
รูปที่ ข. 8 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) .....	109
รูปที่ ข. 9 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) .....	110
รูปที่ ข. 10 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม).....	111
รูปที่ ง. 1 รูปแบบการนำเสนอคำถามจากระบบอื่น (1) .....	119
รูปที่ ง. 2 รูปแบบการนำเสนอคำถามจากระบบอื่น (2) .....	120
รูปที่ ง. 3 รูปแบบการนำเสนอคำถามจากงานวิจัย .....	121

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษานับเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความรู้ของมนุษย์ การศึกษาในสมัยก่อน ผู้เรียนจะถูกจำกัดให้อยู่ภายในห้องเรียนที่ต้องมีครูหรือผู้สอนคอยควบคุม แต่ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างก้าวไกลในปัจจุบัน ทำให้ผู้เรียนมีทางเลือกอื่นในการศึกษาที่ไม่ถูกจำกัดอยู่แต่ภายในเฉพาะห้องเรียน อีเลิร์นนิ่ง (E-Learning) เป็นวิธีการเรียนผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในปัจจุบันที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้เรียน เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนสามารถที่จะศึกษา เรียนรู้บทเรียนผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ตั้งใจผู้เรียน โดยที่จะสามารถเข้าเรียนบทเรียนใดเมื่อใด หรือที่ใดก็ได้ตามความต้องการของผู้เรียน

ระบบจัดการการเรียน (Learning Management System) เป็นระบบที่อำนวยความสะดวกให้ทั้งผู้เรียน และผู้สอนในการจัดการการเรียนผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือ อีเลิร์นนิ่ง เนื่องจากมีการเตรียมส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเรียนไว้ให้ผู้ใช้งาน เช่น ส่วนของการสร้างบทเรียน ส่วนของการจัดการเนื้อหา ส่วนของการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งาน ส่วนของการจัดการผู้ใช้งาน ส่วนของการวัดผล หรือการทำแบบทดสอบ เป็นต้น

เนื่องจากความนิยมในการศึกษาแบบอีเลิร์นนิ่ง ทำให้เกิดระบบจัดการการเรียนต่างๆขึ้นอย่างมากมาย ทำให้ผู้ใช้งานมีทางเลือกมากขึ้นในการเลือกใช้ระบบจัดการการเรียน และจากทางเลือกที่มีมากขึ้น จึงทำให้เกิดปัญหาเพิ่มขึ้นอย่างหนึ่งนั่นคือ เมื่อผู้สร้างเนื้อหาได้ทำการสร้างแบบทดสอบสำหรับระบบจัดการการเรียน ก. และต้องการที่จะนำแบบทดสอบนั้นไปใช้ในระบบจัดการการเรียน ข. จะไม่สามารถทำได้ ผู้สร้างเนื้อหาจำเป็นต้องสร้างแบบทดสอบเดิมในระบบจัดการการเรียน ข. ซึ่งทำให้เกิดความซ้ำซ้อน และเสียเวลาอย่างมาก จากปัญหาข้างต้นทำให้เกิดการเสนอข้อกำหนดคิวทีไอ (QTI: Question and Test Interoperability specification) [1] ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ข้อกำหนดคิวทีไอถูกใช้เพื่อเป็นข้อกำหนดสำหรับการเขียนโครงสร้างข้อมูลของแบบทดสอบ หรือคำถาม การสร้างโครงสร้างข้อมูลของคำถามตามที่ข้อกำหนดคิวทีไอระบุไว้ จะช่วยลดความซ้ำซ้อน สามารถช่วยให้นำคำถามที่สร้างขึ้นนั้นไปใช้งานได้กับระบบจัดการการเรียนต่างๆได้

ข้อกำหนดคิวทีไอมีส่วนช่วยลดความซ้ำซ้อน ในการสร้างคำถามในส่วนของการวัดผลในระบบจัดการการเรียน ซึ่งถือเป็นหนึ่งในส่วนประกอบสำคัญส่วนหนึ่งซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทำการประเมินความรู้ ความเข้าใจของตนเองต่อเนื้อหาที่ได้ศึกษาผ่านการทำแบบทดสอบที่มีอยู่เพื่อวัดคะแนน อย่างไรก็ตามข้อกำหนดคิวทีไอได้อธิบายถึงวิธีการสร้างคำถามให้ตรงตาม



ข้อกำหนดเท่านั้น ไม่ได้พูดถึงวิธีการนำเสนอคำถามที่ถูกสร้างขึ้น จึงทำให้ระบบจัดการการเรียนรู้ แปลความโครงสร้างข้อมูลคำถามที่ถูกสร้างขึ้นตามข้อกำหนดคิวทีไอ และนำเสนอในรูปแบบที่ต่างกันในแต่ละระบบจัดการการเรียนรู้ เรื่องดังกล่าวจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาสำหรับผู้ผู้ใช้ทั่วไปที่สามารถเรียนรู้ และใช้งานได้โดยเพียงแค่มองเห็น โครงสร้างของคำถามที่ถูกนำเสนอ แต่สำหรับกลุ่มผู้ใช้งานบางกลุ่ม เช่น กลุ่มผู้พิการทางการเห็น อาจไม่สามารถใช้งานส่วนการวัดผลในรูปแบบที่นำเสนอได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้ใช้งานกลุ่มนี้มีความจำเป็นที่จะต้องใช้โปรแกรมช่วยเหลือเฉพาะทาง หรือ โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen reader program) สำหรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ รวมถึงการทำแบบทดสอบผ่านระบบจัดการการเรียนรู้ ซึ่งถ้าส่วนการวัดผลของระบบจัดการการเรียนรู้ถูกนำเสนอในรูปแบบที่ไม่เหมาะสม ก็อาจจะทำให้ผู้พิการทางการเห็นไม่สามารถใช้งาน หรือเข้าถึงส่วนต่างๆของแบบทดสอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งอาจทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนของผลการประเมินคะแนนจากการทำแบบทดสอบ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการแสดงรูปแบบของโครงสร้างข้อมูลของคำถามที่ถูกสร้างขึ้นตามข้อกำหนดคิวทีไอ ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถถูกเข้าถึงได้โดยผู้พิการทางการเห็นซึ่งต้องใช้งานโปรแกรมอ่านหน้าจอในการทำงาน โดยใช้แนวทางดับเบิลยูซีเอจี (WCAG: Web Content Accessibility Guidelines) [2] เป็นแนวทางอ้างอิงในการนำเสนอ และ พัฒนาเครื่องมือที่สามารถนำเข้าโครงสร้างข้อมูลของคำถามที่ถูกสร้างขึ้นตามข้อกำหนดคิวทีไอที่มีอยู่ และนำเสนอให้อยู่ในรูปแบบที่ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงและใช้งานได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อกำหนดคิวทีไอเพื่อเลือกคำถามประเภทต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับผู้พิการทางการเห็นในการใช้งาน
2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์แนวทางดับเบิลยูซีเอจี สำหรับการแสดงรูปแบบของคำถามบนเว็บเพื่อให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึง และใช้งานได้
3. ใช้ประโยชน์จากข้อกำหนดคิวทีไอ และแนวทางดับเบิลยูซีเอจี เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือต้นแบบสำหรับสร้าง และนำเสนอคำถามบนเว็บที่มีรูปแบบที่ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ด้วยโปรแกรมอ่านหน้าจอ

## 1.3 ข้อยกเว้น และขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบที่สามารถนำเสนอรูปแบบของคำถามบนเว็บเพื่อให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ด้วยโปรแกรมอ่านหน้าจอ โดยมีขอบเขตของเครื่องมือต้นแบบดังนี้

1. มีคำถามเพียง 7 ประเภทเท่านั้นที่สามารถใช้งานกับเครื่องมือต้นแบบได้ สำหรับคำถามประเภทอื่นๆ จะไม่สามารถสร้างหรือนำเข้ามาใช้ในเครื่องมือต้นแบบได้
2. ข้อมูลคำถามที่นำเข้ามาใช้ในเครื่องมือต้นแบบจะต้องอยู่ในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ ฉบับ 1.2 เท่านั้น
3. การบันทึกข้อมูลของคำถามสำหรับการนำกลับมาแก้ไขครั้งต่อไป จะบันทึกเป็นไฟล์นามสกุลคิวคิวเอ็ม (QQM, qqm)
4. การเปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกบันทึก จะสามารถเปิดไฟล์นามสกุลคิวคิวเอ็มได้เท่านั้น
5. การส่งออกข้อมูลคำถามให้อยู่ในรูปแบบที่ตรงตามข้อกำหนดคิวทีไอ จะเป็นไปตามข้อกำหนดคิวทีไอ ฉบับ 1.2
6. ใช้แนวทางคัมเบิลยูซีเอจิบ 2.0 เป็นแนวทางอ้างอิงในการนำเสนอรูปแบบของคำถามบนเว็บ

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เครื่องมือต้นแบบที่มีความสามารถในการนำเสนอรูปแบบของคำถามบนเว็บเพื่อให้ผู้พิจารณาเห็นซึ่งต้องใช้โปรแกรมอ่านหน้าจอ สามารถเข้าถึงและใช้งานได้โดยสะดวก จากการนำคำถามต่างๆ ที่สร้างขึ้นตามข้อกำหนดคิวทีไอที่ถูกสร้างไว้แล้วสำหรับระบบจัดการการเรียนต่างๆ มาใช้งานได้โดยไม่ต้องสร้างคำถามใหม่ซึ่งมีส่วนช่วยในการประหยัดเวลา และลดขั้นตอนซ้ำซ้อน

#### 1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล
  - 1) ศึกษาและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 2) ศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือต้นแบบ
  - 1) เลือกประเภทของคำถามที่เหมาะสมสำหรับผู้พิจารณาเห็น
  - 2) วิเคราะห์และออกแบบการแสดงผลรูปแบบของคำถามบนเว็บสำหรับนำเสนอคำถามแก่ผู้พิจารณาเห็น
  - 3) การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือต้นแบบ
3. ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ
4. ขั้นตอนการทดสอบ
  - 1) ทดสอบความครบถ้วนและถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ
  - 2) ทดสอบความเข้าถึงได้ของผลลัพธ์จากเครื่องมือต้นแบบ

## 5. ขั้นตอนการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 1.6 เนื้อหาในวิทยานิพนธ์

รายละเอียดต่างๆในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอเป็นลำดับดังต่อไปนี้

1. บทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. บทที่ 3 จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัย โดยบรรยายละเอียดการดำเนินการวิจัยแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มการวิจัย จนถึงการสรุปผลการวิจัย
3. บทที่ 4 จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบเพื่อพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างหน้าจอบนเว็บสำหรับนำเสนอคำถามแก่ผู้พิการทางการเห็น และการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือต้นแบบ
4. บทที่ 5 จะกล่าวถึงการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ ว่าเครื่องมือต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมานี้มีฟังก์ชันการทำงานอะไรบ้าง สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มีอะไรบ้าง และโครงสร้างของเครื่องมือต้นแบบเป็นอย่างไร
5. บทที่ 6 จะกล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบเครื่องมือต้นแบบและผลลัพธ์จากเครื่องมือต้นแบบที่พัฒนาขึ้น โดยจะทดสอบความครบถ้วนและถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ และทดสอบความเข้าถึงได้ของผลลัพธ์จากเครื่องมือต้นแบบ
6. บทที่ 7 จะกล่าวถึงข้อสรุปที่ได้จากการวิจัย พร้อมทั้งรายงานข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

### 1.7 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

ส่วนหนึ่งของงานวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์เป็นบทความวิชาการ ได้แก่

- หัวเรื่อง “Accessible QTI Presentation for Web-Based E-Learning” โดย ณิชูพงศ์ ลือพัฒนสุข, อติวงศ์ สุชาโต และ โปรคปราน บุญพุกกณะ ในงานประชุมวิชาการ “8<sup>th</sup> International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)” ซึ่งจัดขึ้น ณ เมืองไฮเดอราบาด ประเทศอินเดีย ระหว่างวันที่ 28-29 มีนาคม 2554

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่นำมาสนับสนุน ประยุกต์ใช้ และอ้างอิงในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

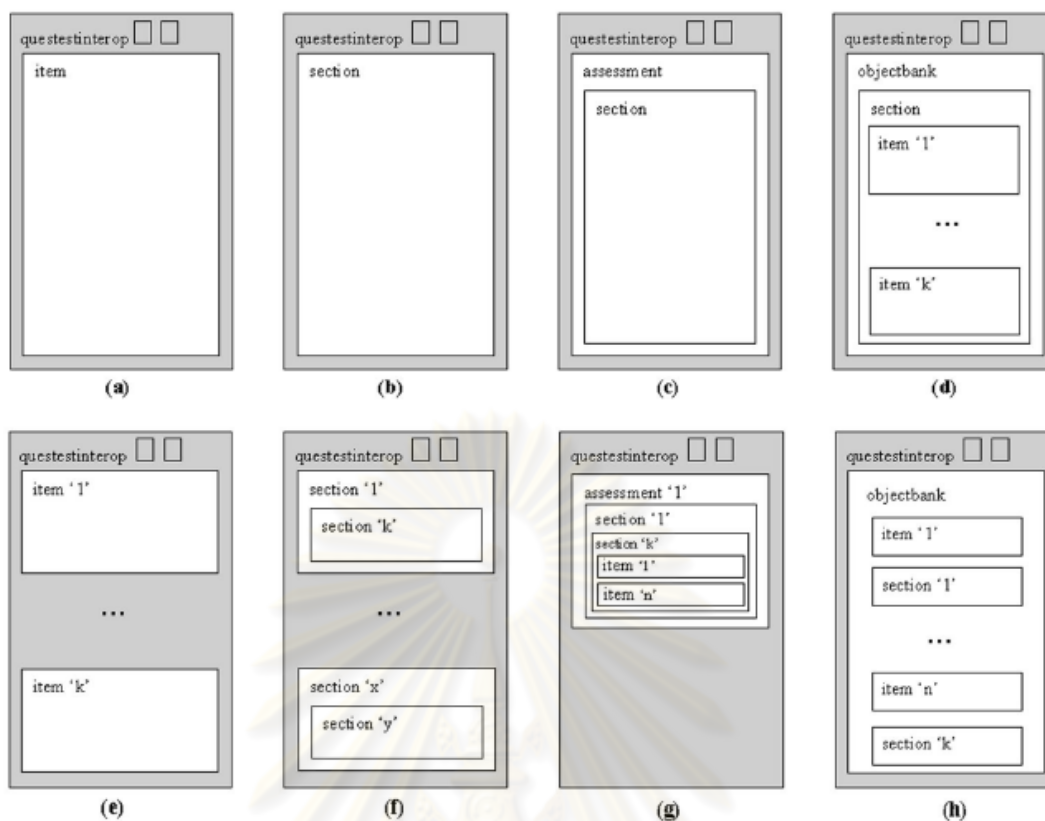
งานวิจัยนี้ได้มีการนำเอาแนวทาง และข้อกำหนดต่างๆมาใช้เพื่อทำให้เกิดการเข้าถึงได้ของเนื้อหา สำหรับกลุ่มผู้พิการทางการเห็น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 2.1.1 ข้อกำหนดคิวทีไอ (QTI: Question and Test Interoperability Specification)

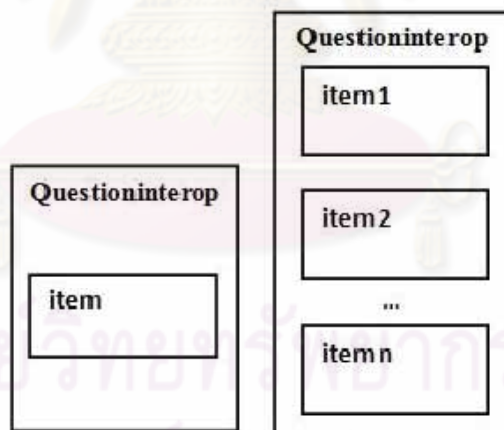
ข้อกำหนดคิวทีไอ [1] เป็นข้อกำหนดที่ถูกสร้างขึ้นโดย IMS Global Learning Consortium ซึ่งเป็นสมาคมที่ประกอบจากความร่วมมือระหว่างพันธมิตรต่างๆ มีจุดประสงค์เพื่อใช้ลดความซ้ำซ้อนในการสร้างคำถามสำหรับการใช้งานในระบบจัดการการเรียนรู้ที่ต่างกัน ข้อกำหนดคิวทีไอใช้ภาษาเอกซ์เอ็มแอล (XML) ในการอธิบายถึงโครงสร้างข้อมูลของคำถาม หรือแบบทดสอบ การเก็บข้อมูลของคำถาม หรือแบบทดสอบตามข้อกำหนดคิวทีไอจะทำให้สามารถนำคำถาม หรือแบบทดสอบเหล่านั้นไปใช้งานได้กับระบบจัดการการเรียนรู้ต่างๆ ที่รองรับข้อกำหนดนี้ได้ โดยไม่จำเป็นต้องสร้างคำถามขึ้นมาใหม่สำหรับแต่ละระบบจัดการการเรียนรู้ โครงสร้างข้อมูลของคำถามตามข้อกำหนดของคิวทีไอ อาจจะประกอบไปด้วย คำถาม (item) ตอน (section) แบบทดสอบ (assessment) หรือ คลังคำถาม (object bank) ก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยงานวิจัยชิ้นนี้จะสนใจโครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บคำถามเพียงอย่างเดียวเท่านั้น โดยในโครงสร้างหนึ่งอาจจะประกอบไปด้วยคำถามเพียงคำถามเดียว หรือประกอบไปด้วยคำถามหลายข้อรวมกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2

ข้อกำหนดคิวทีไอฉบับที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ ฉบับที่ 1.2 เนื่องจากเป็นฉบับที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย และถูกรองรับด้วยระบบจัดการการเรียนรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างมากมาย ในข้อกำหนดคิวทีไอฉบับ 1.2 มีการแบ่งคำถามประเภทพื้นฐานเป็น 5 หัวข้อใหญ่ รวมทั้งหมดจำนวน 20 ประเภท ได้แก่

1. คำถามประเภทเลือกตอบจากตัวเลือก (Logical Identifier)
  - 1) คำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) (Standard True/False (Text))
  - 2) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) (Standard Multiple Choice (Text))



รูปที่ 2.1 โครงสร้างข้อมูลของคำถามแบบต่างๆ



รูปที่ 2.2 โครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บคำถามอย่างเดียว

- 3) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) (Standard Multiple Choice (Images))
- 4) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (เสียง) (Standard Multiple Choice (Audio))
- 5) คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) (Standard Multiple Response (Text))



- 6) คำถามประเภทเลือกตอบได้ตำแหน่งเดียวจากภาพที่กำหนดให้ (Multiple Choice with Image Hot Spot Rendering)
  - 7) คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายตำแหน่งจากภาพที่กำหนดให้ (Multiple Response with Multiple Image Hot Spot Rendering)
  - 8) คำถามประเภทเลือกตอบจากตัวเลื่อนที่กำหนดให้ (Multiple Choice with Slider Rendering)
  - 9) คำถามประเภทเรียงลำดับวัตถุ (ข้อความ) (Standard Order Objects (Text))
  - 10) คำถามประเภทเรียงลำดับวัตถุ (รูปภาพ) (Standard Order Objects (Images))
  - 11) คำถามประเภทลากเส้นเชื่อมจุด (Connect-the-Points)
2. คำถามประเภทเลือกตอบจากตำแหน่งแกน (XY Co-Ordinate)
    - 1) คำถามประเภทเลือกตอบได้ตำแหน่งเดียวจากภาพที่กำหนดให้ (Standard Image Hot Spot)
    - 2) คำถามประเภทลากเส้นเชื่อมจุด (Connect-the-Points)
  3. คำถามประเภทเติมข้อความ (String)
    - 1) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) (Standard Fill-in-Blank (Text))
    - 2) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่างหลายช่อง (ข้อความ) (Standard Multiple Fill-in-Blank (Text))
    - 3) คำถามประเภทเรียงความ (Standard Short Answer)
  4. คำถามประเภทเติมตัวเลข (Numerical)
    - 1) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) (Standard Fill-in-Blank (Decimal))
    - 2) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) (Standard Fill-in-Blank (Integer))
    - 3) คำถามประเภทใส่ตัวเลขจากตัวเลื่อน (Numerical Entry with Slider)
  5. คำถามประเภทการจัดกลุ่ม (Logical Group)
    - 1) คำถามประเภทลากวาง (Drag-and-Drop (Images))

## 2.1.2 แนวทางในการสร้างเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ หรือ ดับเบิลยูซีเออี (WCAG: Web Content Accessibility Guidelines)

W3C (World Wide Web Consortium) [3] เป็นองค์กรที่เกิดจากความร่วมมือระหว่างนานาชาติตั้งแต่ปี ค.ศ. 1994 มีภารกิจหน้าที่ในการสร้างมาตรฐานและแนวทางสำหรับเว็บไซต์ ปัจจุบัน W3C ได้มีการประกาศมาตรฐานออกมาแล้วมากกว่า 110 มาตรฐาน ซึ่งรวมถึงดับเบิลยูซีเออีด้วย

WAI (Web Accessibility Initiative) [4] เป็นโครงการที่อยู่ภายใต้ W3C มีหน้าที่ดูแลในเรื่องของการพัฒนาความเข้าถึงได้ (Accessibility) ของเว็บไซต์ให้เหมาะสำหรับผู้พิการ ภายใต้โครงการนี้ได้มีการประกาศแนวทางในการสร้างเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ หรือดับเบิลยูซีเออี ซึ่งเป็นแนวทางที่อธิบายถึงวิธีการที่จะทำให้เนื้อหา ข้อมูลต่างๆ รวมไปถึงข้อความตัวอักษร รูปภาพ แบบฟอร์ม เสียง ฯลฯ สามารถเข้าถึงได้โดยผู้พิการ

ดับเบิลยูซีเออีได้ประกาศออกมาแล้ว 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับ 1.0 [5] ซึ่งประกาศเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม ค.ศ. 1999 และฉบับ 2.0 [2] ซึ่งประกาศเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม ค.ศ. 2008 โดยดับเบิลยูซีเออีฉบับ 2.0 เป็นแนวทางที่ได้มาจากกระบวนการของ W3C (W3C Process) โดยความร่วมมือระหว่างบุคคลและองค์กรต่างๆ ทั่วโลก มีจุดประสงค์เพื่อหามาตรฐานที่ใช้ร่วมกันสำหรับการสร้างเนื้อหาของเว็บที่สามารถเข้าถึงได้ ให้ตรงตามความต้องการของบุคคล องค์กร และรัฐบาลนานาชาติ ดับเบิลยูซีเออีฉบับ 2.0 ถือว่าถูกพัฒนาขึ้นมาจากฉบับ 1.0 ให้เหมาะสมต่อเทคโนโลยีที่หลากหลายมากขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ดับเบิลยูซีเออีฉบับ 2.0 ถือเป็นส่วนหนึ่งในมาตรฐาน และข้อแนะนำของ W3C โดยกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งแนวทางนี้หรือข้อแนะนำอื่นๆ ของ W3C มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เริ่มจากการร่างแผนงาน ที่ขั้นตอนนี้จะมีการประกาศร่างแผนงาน และตีพิมพ์เพื่อให้กลุ่มที่เกี่ยวข้องช่วยกันทบทวนรายละเอียด และเสนอข้อมูลเพิ่มเติม โดยอาจมีการร่างแผนงานออกมาหลายๆ ฉบับเพื่อปรับให้ข้อมูลทันสมัยขึ้น
2. เมื่อกลุ่มการทำงานเห็นว่าได้รับรายละเอียดของความต้องการหรือข้อเสนอแนะทั้งหมดที่พอเพียงแล้ว จะจัดทำเอกสารฉบับสมบูรณ์เพื่อให้กลุ่มที่เกี่ยวข้องทบทวนอีกครั้งและประกาศเป็นร่างแผนงานฉบับสุดท้าย
3. ขั้นตอนถัดมาคือการทำให้มั่นใจว่าแผนงานที่กำลังจะประกาศใช้นั้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยการนำแผนงานนี้ให้นักพัฒนาภายในองค์กร W3C ไปใช้งานจริงในโครงการ ที่ขั้นตอนนี้รายละเอียดของแผนงานจะเสถียรแล้ว แต่อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามขั้นตอนการดำเนินงานจริง
4. หลังจากได้มีการนำแผนงานไปใช้จริง W3C จะประกาศเป็นข้อแนะนำที่ได้รับการนำเสนอ ที่ขั้นตอนนี้ รายงานจะถูกส่งไปยังสมาชิกของ W3C เพื่อรอการเซ็นรับรอง

5. เมื่อได้มีการรับรองหรือสนับสนุนจากกลุ่มสาธารณะ สมาชิก และผู้อำนวยความสะดวกของ W3C แล้ว แผนงานก็จะถูกประกาศเป็นข้อเสนอแนะของ W3C ซึ่งจะถูกระบุสนับสนุนให้ใช้ในวงกว้าง

สาระสำคัญของฉบับเบิลยูซีเอจิบ 2.0 คือ เป็นแนวทางในการสร้างเนื้อหาภายในเว็บไซต์ เพื่อให้สามารถเข้าถึงได้ โดยประกอบด้วยหลักการใหญ่ 4 ข้อ ได้แก่ การรับรู้ได้ (Perceivable) การใช้งานได้ (Operable) การเข้าใจได้ (Understandable) และการรองรับกับเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน และอนาคตได้ (Robust) ภายใต้หลักการใหญ่จะประกอบไปด้วยแนวทางทั้งหมด 12 ข้อ ซึ่งบอกถึงเป้าหมายขั้นพื้นฐานสำหรับการสร้างเนื้อหาให้เข้าถึงได้ โดยแต่ละแนวทางก็จะประกอบไปด้วย เกณฑ์ความสำเร็จ (Success Criteria) รวมทั้ง 61 ข้อ โดยเกณฑ์แต่ละข้อจะระบุถึงสิ่งที่ต้องทำเพื่อให้เกิดการเข้าถึงได้สำหรับผู้พิการแต่ละประเภท และมีระดับความสำคัญต่างกัน ได้แก่ ระดับ A ระดับ AA และระดับ AAA ดังแสดงในรูปที่ 2.3 การที่จะทำให้เนื้อหาภายในเว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้ อย่างน้อยผู้สร้างเว็บไซต์ต้องปฏิบัติตามเกณฑ์ที่ระดับ A ทุกข้อ รายละเอียดของเกณฑ์ความสำเร็จสามารถดูเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ก

Principles	Guidelines	Level A	Level AA	Level AAA
1. Perceivable	1.1 Text Alternatives	1.1.1		
	1.2 Time-based Media	1.2.1–1.2.3	1.2.4–1.2.5	1.2.6–1.2.9
	1.3 Adaptable	1.3.1–1.3.3		
	1.4 Distinguishable	1.4.1–1.4.2	1.4.3–1.4.5	1.4.6–1.4.9
2. Operable	2.1 Keyboard Accessible	2.1.1–2.1.2		2.1.3
	2.2 Enough Time	2.2.1–2.2.2		2.2.3–2.2.5
	2.3 Seizures	2.3.1		2.3.2
	2.4 Navigable	2.4.1–2.4.4	2.4.5–2.4.7	2.4.8–2.4.10
3. Understandable	3.1 Readable	3.1.1	3.1.2	3.1.3–3.1.6
	3.2 Predictable	3.2.1–3.2.2	3.2.3–3.2.4	3.2.5
	3.3 Input Assistance	3.3.1–3.3.2	3.3.3–3.3.4	3.3.5–3.3.6
4. Robust	4.1 Compatible	4.1.1–4.1.2		

รูปที่ 2.3 แผนภาพแสดงภาพรวมของแนวทางฉบับเบิลยูซีเอจิบ [6]

ระดับความสำเร็จสำหรับการปฏิบัติตามแนวทางฉบับเบิลยูซีเอจิบมีทั้งหมด 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ A เป็นระดับที่ผู้สร้างเว็บไซต์ต้องปฏิบัติตามเพื่อให้เว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้ ระดับ AA เป็นระดับที่ผู้สร้างเว็บไซต์ควรที่จะปฏิบัติตามเพื่อให้เว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้น และระดับ AAA เป็นระดับที่ผู้สร้างเว็บไซต์อาจจะปฏิบัติตามเพื่อให้เว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้ง่ายที่สุด โดยการวัดระดับความสำเร็จนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบเว็บไซต์

หรือการใช้โปรแกรมต่างๆ ในการตรวจสอบอัตโนมัติ เช่น AChecker[7], Wave 4.0 [8], Cynthia Says [9] และ DrWatson [10]

โดยในงานวิจัยนี้ ได้นำแนวทางดับเบิ้ลยูซีเอจีมาเป็นพื้นฐานในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการแปลความโครงสร้างข้อมูลของคำถามตามข้อกำหนดคิวทีไอแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นกลุ่มผู้พิการทางการเห็น

### 2.1.3 ความเข้าถึงได้ (Accessibility)

ความเข้าถึงได้ [11] ในบริบทของการใช้งานเว็บไซต์ อาจมีความหมายแตกต่างกันไปสำหรับแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับว่า บุคคลนั้นเป็นใคร บุคคลนั้นทำอะไร บุคคลนั้นใช้งานอะไร สภาพแวดล้อมของบุคคลนั้นเป็นอย่างไร เช่น ความเข้าถึงได้สำหรับผู้ใช้งานซึ่งเป็นลมบ้าหมู อาจหมายถึง ความมั่นใจว่าหน้าเว็บใดๆ ไม่มีส่วนประกอบของเนื้อหาที่มีการกระพริบซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อการใช้งาน ความเข้าถึงได้สำหรับผู้สูงอายุ อาจหมายถึง ความสามารถในการขยายขนาดตัวอักษรที่แสดงอยู่บนหน้าเว็บหรือการมีฟังก์ชันเว็บไซต์สำหรับการช่วยค้นหาข้อมูล ความเข้าถึงได้สำหรับคนทั่วไปอาจหมายถึง ความเร็วในการโหลดหน้าเว็บไซต์ หรือ ความสามารถในการใช้โทรศัพท์มือถือในการดูเว็บไซต์ สำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์อินเทอร์เน็ต ความเข้าถึงได้ อาจหมายถึง การตรวจสอบโค้ดให้ถูกต้องในขั้นตอนการสร้าง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการใช้งาน สำหรับนักพัฒนาเว็บไซต์ ความเข้าถึงได้ อาจหมายถึง การสร้างเว็บไซต์ให้สอดคล้องกับแนวทางดับเบิ้ลยูซีเอจี หรือการสร้างเว็บไซต์ให้รองรับกับการเรียกดูจากหลายๆแพลตฟอร์ม ฯลฯ

จากข้อความข้างต้นแสดงให้เห็นว่า แม้ความหมายของคำว่า ความเข้าถึงได้จะแตกต่างกันไปสำหรับแต่ละบุคคล แต่มีจุดหนึ่งที่เหมือนกันคือ ความสามารถที่จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานเว็บไซต์ได้ โดยงานวิจัยนี้คำนึงถึงผู้ใช้งานซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็น ดังนั้นความหมายของคำว่า เข้าถึงได้ในงานวิจัยนี้ คือการนำเสนอรูปแบบคำถามที่ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึง และใช้งานได้ โดยอาศัยเทคโนโลยีช่วยเหลือ คือ โปรแกรมอ่านหน้าจอ

### 2.1.4 โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen reader program)

โปรแกรมอ่านหน้าจอ ถือเป็นเทคโนโลยีช่วยเหลือซึ่งช่วยให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งรวมถึงการใช้งานเว็บไซต์ โดยทั่วไปโปรแกรมอ่านหน้าจอจะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนสังเคราะห์เสียง (Text to Speech) หลักการทำงานโดยรวมของโปรแกรมอ่านหน้าจอมีลักษณะ คือ จะตรวจสอบว่ามีสิ่งใดกำลังแสดงอยู่บนหน้าจอ จากนั้นจะทำการแปรข้อมูลส่วนที่เกี่ยวข้องต่างๆ และส่งต่อไปยังส่วนสังเคราะห์เสียง เพื่อที่จะทำการแปลงข้อมูลที่ได้รับส่งออกเป็นเสียงให้แก่ผู้ใช้งานได้ฟัง

ในปัจจุบัน มีโปรแกรมอ่านหน้าจอสำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์อยู่มากมาย เช่น Jaws [12], Supernova [13], Windows-eyes [14], NVDA [15] โดยโปรแกรมอ่านหน้าจอที่เป็นที่นิยมในประเทศไทยได้แก่ โปรแกรม Jaws ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับการค้า มีค่าลิขสิทธิ์ในการใช้งาน เริ่มต้นที่ \$895 ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับโปรแกรมเอ็นวีดีเอ (NVDA: NonVisual Desktop Access) ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบโอเพนซอร์ส (Open source program) ไม่มีการเก็บค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้งาน มีฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานที่ใกล้เคียงกับโปรแกรม Jaws และเริ่มมีกลุ่มผู้พิการทางการเห็นหันมาใช้งานเพิ่มมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงเลือกโปรแกรมเอ็นวีดีเอเป็นโปรแกรมอ่านหน้าจอที่ใช้ทดสอบกับรูปแบบของคำถามที่นำเสนอว่าจะสามารถเข้าถึง และใช้งานโดยผู้พิการทางการเห็นได้หรือไม่

### 2.1.5 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design)

การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ถือเป็นศาสตร์หนึ่งของการศึกษาในเรื่องการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction) [16] ซึ่งเริ่มตั้งแต่การศึกษา วางแผน และออกแบบว่ามนุษย์หรือผู้ใช้งาน และคอมพิวเตอร์มีการทำงานร่วมกันอย่างไร ผู้ออกแบบส่วนต่อประสานต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ในการออกแบบ เช่น ผู้ใช้งานมีความต้องการหรือคาดหวังอะไร ข้อจำกัดและขีดความสามารถของผู้ใช้งานเป็นอย่างไร กระบวนการทำงานของระบบและสิ่งที่ผู้ใช้งานคิดมีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร และอะไรคือสิ่งที่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความเพลิดเพลินใจ และสามารถดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ ยิ่งผู้ออกแบบส่วนต่อประสานมีความรู้จัก หรือเข้าใจผู้ใช้งานมากเท่าใด ก็จะทำให้ส่วนต่อประสานที่ออกแบบมาเหมาะกับผู้ใช้งานมากขึ้นเท่านั้น [17]

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถมองเห็น ได้ยิน สัมผัส หรือ มีการโต้ตอบได้ โดยส่วนต่อประสานกับผู้ใช้มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่สองส่วนได้แก่ ส่วนส่งงาน หรือส่วนนำข้อมูลเข้า (Input) และส่วนแสดงผลลัพธ์ หรือส่วนส่งข้อมูลออก (Output) ส่วนนำข้อมูลเข้า คือการที่ผู้ใช้งานสื่อสารความต้องการของตนเองให้แก่คอมพิวเตอร์ ตัวอย่างของส่วนนำข้อมูลเข้าที่คุ้นเคยกันได้ดีก็ได้แก่ แป้นพิมพ์ เมาส์ แท้คบอร์ด ทักษกรีน หรือแม้กระทั่งเสียง ส่วนส่งข้อมูลออก คือการที่คอมพิวเตอร์แสดงผลลัพธ์ของการประมวลผลความต้องการของผู้ใช้ ตัวอย่างของส่วนส่งข้อมูลออกที่คุ้นเคยกันได้ดีก็ได้แก่ หน้าจอ หรือลำโพงที่ใช้แสดงเสียง

การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่เหมาะสมนั้นเกิดจากการผสมผสานการออกแบบกลไกของส่วนนำเข้าข้อมูล และส่วนส่งข้อมูลออก ให้สอดคล้องกับความต้องการ ความสามารถ และข้อจำกัดของผู้ใช้



Galitz [16] เสนอขั้นตอนในการออกแบบส่วนต่อประสานดังนี้

1. ทำความเข้าใจผู้ใช้งาน เนื่องจากผู้ใช้งานเป็นผู้ที่ต้องใช้งานส่วนต่อประสาน ดังนั้นการทำความเข้าใจในตัวผู้ใช้งานจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในการออกแบบส่วนต่อประสานที่ดี ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงเรื่องต่างๆดังนี้
  - 1) เข้าใจว่าผู้ใช้งานติดต่อกับคอมพิวเตอร์อย่างไร
  - 2) เข้าใจถึงระดับความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ของผู้ใช้
  - 3) รู้ถึงลักษณะความต้องการ หรือ งาน ของผู้ใช้งาน
  - 4) คำนึงถึงลักษณะทางกายภาพของผู้ใช้งาน
2. ทำความเข้าใจกับกระบวนการทำงาน โดยมีกระบวนการดังนี้
  - 1) วิเคราะห์ความต้องการของการทำงาน
  - 2) กำหนดฟังก์ชันเบื้องต้นของงาน
  - 3) สร้างแบบจำลองแนวคิดของระบบ
  - 4) สร้างมาตรฐานการออกแบบ
  - 5) สร้างเป้าหมายของการออกแบบ
3. ทำความเข้าใจกับหลักการการออกแบบหน้าจอที่ดี      หน้าจอที่มีการออกแบบที่ดีควรมีลักษณะดังนี้
  - 1) สะท้อนถึงความต้องการ และความสามารถของผู้ใช้งาน
  - 2) ถูกพัฒนาขึ้นตามข้อจำกัดทางกายภาพของฮาร์ดแวร์ซึ่งใช้แสดงผล
  - 3) ใช้ประโยชน์จากซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมได้อย่างเต็มที่
  - 4) บรรลุจุดประสงค์ของงานที่กำหนด
4. พัฒนาเมนูของระบบ และแผนการการทำงานกับส่วนต่อประสาน ได้แก่
  - 1) โครงสร้างของเมนู
  - 2) ฟังก์ชันของเมนู
  - 3) เนื้อหาของเมนู
  - 4) รูปแบบของเมนู
  - 5) การท่องไปยังส่วนต่างๆโดยอาศัยเมนู
  - 6) รูปแบบของเมนูที่เป็นกราฟิก
5. เลือกหน้าต่างใช้งานให้เหมาะสม หน้าต่างการใช้งานคือพื้นที่ส่วนหนึ่งของหน้าจอโดยส่วนมากจะเป็นรูปแบบสี่เหลี่ยมมีขอบกัน ซึ่งสามารถถูกย้ายไปไหนก็ได้บนหน้าจอ อาจมีขนาดเล็กประกอบไปด้วยข้อความสั้นๆ มีฟิลด์เพียงหนึ่งฟิลด์ หรืออาจมีขนาดใหญ่กินพื้นที่ทั้งหมดของหน้าจอก็ได้ ซึ่งผู้ออกแบบควรเลือกใช้หน้าต่างให้เหมาะสมกับงาน

6. เลือกอุปกรณ์พื้นฐานที่จะใช้ในการทำงาน โดยพิจารณาจากงาน และผู้ใช้งานระบบ โดยอาจเป็น คีย์บอร์ด เมาส์ แทร็คบอล เสี่ยง ฯลฯ
7. เลือกตัวควบคุมที่เหมาะสมกับหน้าจอ เช่น การเลือกปุ่มที่จะใช้ควบคุมให้เหมาะกับหน้าจอ การเลือกใช้กล่องข้อความในการกรอกข้อมูล หรือกำหนดว่าปุ่มที่เป็นสีเข้มสามารถกดได้ ปุ่มที่เป็นสีจางไม่สามารถกดได้
8. กำหนดข้อความที่ชัดเจน โดยการใช้คำที่มีความหมายชัดเจนในส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ไม่ควรใช้คำศัพท์เฉพาะทาง หรือ คำย่อต่างๆ
9. จัดการตอบสนอง แนวทาง และความช่วยเหลือที่มีประสิทธิภาพ เช่น มีการกระพริบ หรือ เสียงของปุ่มเมื่อมีการถูกเลือก มีการตอบสนองที่ทันท่วงที มีคำอธิบายของแต่ละปุ่ม
10. ทำให้เกิดความเป็นสากล และเข้าถึงได้ เช่น มีการแปลเมนูจากภาษาหนึ่งไปยังอีกภาษาหนึ่ง รวมไปถึงเรื่องอื่นๆ เช่น รูปแบบของวันที่ รูปภาพ ตัวเลข หรือ สัญลักษณ์
11. สร้างภาพกราฟิก ไอคอน หรือรูปภาพที่สื่อความหมาย
12. เลือกใช้สีที่เหมาะสม เช่น การเลือกใช้สีจาง แทนสีที่สว่างจ้า การเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับหน้าจอที่ใช้แสดงผลตัวอักษรเพียงอย่างเดียว การเลือกใช้สีที่เหมาะสมกับเว็บไซต์ที่ประกอบไปด้วยตัวอักษร และรูปภาพ
13. จัดเรียงโครงสร้างของหน้าจอ ได้แก่การพยายามจัดโครงสร้างของหน้าจอให้เหมาะสมต่อการทำงาน และโต้ตอบที่รวดเร็ว รวมไปถึงการจัดกลุ่ม การเรียงเป็นแถวให้อยู่ระดับเดียวกัน หรือการเรียงองค์ประกอบของหน้าจอให้เกิดดุลยภาพ เพื่อความเป็นระเบียบ

หลังจากผ่านกระบวนการในการออกแบบส่วนต่อประสาน ก็จะต้องมีการทำการทดสอบ โดยอาจมีกิจกรรม ได้แก่ การสร้างแผนการทดสอบ การสร้างต้นแบบ ทำการทดสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ผลลัพธ์

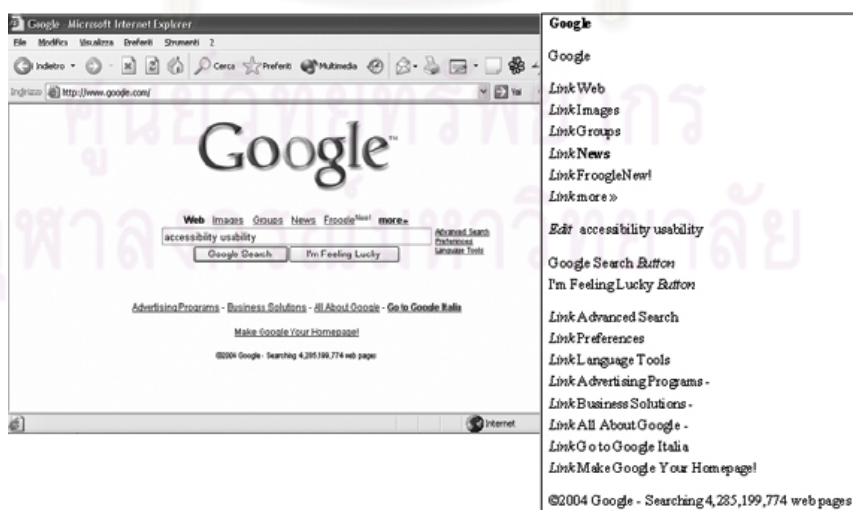
งานวิจัยนี้จะศึกษาขั้นตอนการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของ Galitz และเลือกใช้ขั้นตอนในการออกแบบ ที่เหมาะกับการนำมาสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ซึ่งเน้นที่ผู้ใช้งานที่เป็นผู้พิการทางการเห็น

## 2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำเสนอเนื้อหาที่เข้าถึงได้สำหรับผู้พิการทางการเห็น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอเนื้อหาที่เข้าถึงได้สำหรับผู้พิการทางการเห็น ซึ่งนำมาพิจารณา และปรับใช้ในงานวิจัยนี้ มีดังนี้

1. Leporini และคณะ [18] อธิบายถึงความแตกต่างระหว่างภาพที่คนทั่วไปมองเห็น และสิ่งที่ผู้พิการทางการเห็นได้ยินจากโปรแกรมอ่านหน้าจอซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.4 พร้อมทั้งบอกถึงปัญหาของผู้พิการทางการเห็นเมื่อมีการใช้งาน โปรแกรมอ่านหน้าจอ และพยายามจำแนกถึงปัญหาหลักของการใช้งาน โปรแกรมอ่านหน้าจอกับส่วนต่อประสานของโปรแกรมค้นหา (Search Engine) เช่น การอ่านอย่างเรียงลำดับของรหัสต้นฉบับ (Source Code) ของโปรแกรมอ่านหน้าจอ โดยไม่พิจารณาถึงตำแหน่งที่แสดงในหน้าจอ การท่องไปยังส่วนต่างๆของหน้าผ่านทางปุ่มแท็บ (Tab Key) ไม่มีการเน้นลำดับความสำคัญ การใช้ลักษณะทางการเห็น เช่น สี รูปร่าง หรือ ขนาด ซึ่งโปรแกรมอ่านหน้าจอไม่สามารถตีความได้ จากปัญหาใหญ่ๆดังกล่าวทำให้มีการเสนอแนวทางต่างๆ ในการออกแบบส่วนต่อประสานของโปรแกรมค้นหาเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานของผู้พิการทางการเห็น เช่น การกำหนดหัวข้อเรื่องเพื่อเน้นความสำคัญของเนื้อหา การเรียงลำดับของเนื้อหาภายในหน้าเว็บ การวางปุ่มควบคุมที่ใช้ง่ายๆ วัสดุบนของหน้าเว็บ การใช้ประโยชน์จากแท็กต่างๆของภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานของโปรแกรมอ่านหน้าจอ หรือการใช้เสียงเพื่อเตือนผู้ใช้งานเมื่อมีการทำงานสำเร็จ หรือ ผิดพลาด



รูปที่ 2.4 การเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่คนทั่วไปมองเห็น กับสิ่งที่ผู้พิการทางการเห็นได้ยินจากโปรแกรมอ่านหน้าจอ [18]

สิ่งที่นำมาพิจารณาจากงานวิจัยชิ้นนี้คือ ความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คนทั่วไปมองเห็นจากการใช้งานหน้าเว็บกับสิ่งที่ผู้พิการทางการเห็นได้อินจากโปรแกรมอ่านหน้าจอ และแนวทางในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่เหมาะสมกับผู้พิการทางการเห็น ซึ่งค่อนข้างมีความคล้ายคลึงกับฉบับเบิลยูซีเอจีมาก

2. Baguma และ Lubega [19] เสนอกรอบงานสำหรับการออกแบบเว็บเพื่อปรับปรุงการเข้าถึงได้ให้เหมาะสมกับผู้พิการ โดยการนำเสนอแนวทางที่ชัดเจนที่ได้จากการปรับระดับเบิลยูซีเอจีใหม่ มาใช้ในการพัฒนาเว็บเพื่อให้ผู้พิการสามารถเข้าถึงได้โดยเน้นที่ผู้พิการทางการเห็น พร้อมทั้งเสนอว่าการสร้างเว็บตามแนวทางใหม่ที่น่าเสนอนั้นจะมีผลกระทบต่อส่วนประกอบซึ่งเป็นพื้นฐานหลัก 3 ส่วนของเว็บคือ เนื้อหา การท่องไปยังหน้าเว็บ และส่วนต่อประสาน ดังตารางที่ 2.1 พร้อมทั้งบอกเหตุผลว่าทำไมแต่ละแนวทางจึงมีผลกระทบต่อส่วนประกอบนั้นๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างความต้องการของการทำให้เว็บสามารถเข้าถึงได้โดยผู้พิการทางการเห็น [19]

ความต้องการสำหรับเว็บที่เข้าถึงได้โดยผู้พิการทางการเห็น	การส่งผลกระทบต่อส่วนประกอบหลักของเว็บในกรณีไม่ปฏิบัติตามความต้องการ		
	เนื้อหา	การท่องไปยังหน้าเว็บ	ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
เว็บไซค์ที่มีเนื้อหาเป็นตัวอักษรทั้งหมด	✓	✓	✓
ทางเลือกที่เป็นตัวอักษรสำหรับส่วนการนำเสนอที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น เช่น รูปภาพ	✓	✓	✓
แบ่งเนื้อหาที่มีขนาดใหญ่ออกเป็นส่วนเล็กๆ โดยการใช้หัวข้อช่วย		✓	✓
ชื่อของหน้าเว็บ ลิงค์ และหัวข้อต้องสื่อความหมายที่ชัดเจน		✓	✓

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างเหตุผลที่แสดงถึงความจำเป็นของความต้องการที่นำเสนอ [19]

ความต้องการ	เหตุผล		
	เนื้อหา	การทอ้งไปยัง หน้าเว็บ	ส่วนต่อประสาน กับผู้ใช้
เว็บไซต์ที่มีเนื้อหาเป็น ตัวอักษรทั้งหมด	เทคโนโลยีช่วยเหลือ สามารถอ่านและ ถ่ายทอดเนื้อหาที่มี ลักษณะเป็นตัวอักษร เท่านั้น	เทคโนโลยีช่วยเหลือ สามารถอ่านและ ถ่ายทอดส่วนประกอบ ที่ใช้ทอ้งไปยังหน้าเว็บ ในรูปแบบตัวอักษร เท่านั้น	เทคโนโลยีช่วยเหลือ สามารถรับรู้และ ถ่ายทอดส่วนประกอบ ที่เป็นส่วนต่อประสาน ในรูปแบบที่เป็น ตัวอักษรเท่านั้น
ทางเลือกที่เป็น ตัวอักษร สำหรับ สำหรับส่วนการ นำเสนอที่เกี่ยวกับการ มองเห็น เช่น รูปภาพ	เทคโนโลยีช่วยเหลือ สามารถอ่านและ ถ่ายทอดเนื้อหาที่มี ลักษณะเป็นตัวอักษร เท่านั้น	เทคโนโลยีช่วยเหลือ สามารถอ่านและ ถ่ายทอดส่วนประกอบ ที่ใช้ทอ้งไปยังหน้าเว็บ ในรูปแบบตัวอักษร เท่านั้น	เทคโนโลยีช่วยเหลือ สามารถรับรู้และ ถ่ายทอดส่วนประกอบ ที่เป็นส่วนต่อประสาน ในรูปแบบที่เป็น ตัวอักษรเท่านั้น
ชื่อของหน้าเว็บ ลิงค์ และ หัวข้อต้องสื่อ ความหมายที่ชัดเจน	ไม่กระทบ	เพื่อความรวดเร็วใน การรู้ว่าตัวผู้ใช้งานอยู่ ภายในส่วนใดของ เว็บไซต์	ผู้ใช้งานสามารถเลือกส่วน ที่ต้องการได้อย่าง รวดเร็ว

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการปรับแนวทางดับเบิลยูซีเอจีให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และชี้ให้เห็นถึงส่วนประกอบหลักๆ สำคัญ 3 ส่วนที่จะส่งผลต่อความเข้าถึงได้ของผู้พิการทางการเห็น ได้แก่ เนื้อหา การทอ้งไปยังหน้าเว็บ และส่วนต่อประสาน พร้อมทั้งบอกถึงความต้องการขั้นพื้นฐานสำหรับการทำให้เนื้อหาสามารถถูกเข้าถึงได้และเหตุผล ซึ่งการจะทำให้ อีเลิร์นนิ่งสามารถเข้าถึงได้ จำมีความจำเป็นที่จะต้องใส่ใจต่อส่วนประกอบเหล่านี้

3. Watanabe [20] นำเสนอผลการประเมินความเข้าถึงได้ของเนื้อหาสำหรับผู้ใช้งานซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็น เมื่อมีการใช้การจัดลำดับหัวข้อ (Heading) มาจัดรูปแบบของเนื้อหา



วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยชิ้นนี้คือ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเข้าถึงของผู้ใช้งาน เมื่อมีการจัดรูปแบบเนื้อหาให้เหมาะสม

วิธีการประเมินที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือการสร้างเว็บไซต์ที่มีเนื้อหาเหมือนกัน โดยที่เนื้อหาในเว็บไซต์แรกนั้น ไม่มีการใช้การจัดลำดับหัวข้อ แต่เนื้อหาภายในเว็บไซต์ที่สองได้ทำการจัดลำดับหัวข้อ จากนั้นให้ผู้ใช้งานซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็นตอบคำถามจากการค้นหาข้อมูลจากเนื้อหาที่กำหนดให้ 2 แบบ คือ เนื้อหาแบบปกติ และเนื้อหาที่มีการจัดลำดับหัวข้อ และวัดเวลาในการทำงานที่ได้รับมอบหมายตั้งแต่เริ่มจนสำเร็จ โดยผลจากการทดสอบพบว่า ผู้ใช้งานสามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายในเนื้อหาที่มีการจัดรูปแบบอย่างเหมาะสมได้สำเร็จเร็วขึ้นประมาณ 10-50% แสดงให้เห็นว่าการจัดรูปแบบเนื้อหาให้เหมาะสมนั้นช่วยให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงเนื้อหาข้อมูลต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

## 2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับอีเลิร์นนิ่ง และข้อกำหนดคิวทีไอ

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวกับอีเลิร์นนิ่ง และข้อกำหนดคิวทีไอ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก โดยมีงานวิจัยที่น่าสนใจดังนี้

### 2.2.2.1 งานวิจัยกลุ่มที่สนใจในเรื่องการสร้างเครื่องมือสำหรับสร้างแบบทดสอบที่มีโครงสร้างข้อมูลของคำถามตรงตามข้อกำหนดคิวทีไอ

1. Han และคณะ [21] เสนอ disnEditor ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ถูกฝังติดกับเว็บเบราว์เซอร์ ใช้สำหรับการสร้างคำถามได้โดยการเลือกเนื้อหาจากหน้าเว็บที่ถูกแสดงอยู่ในเว็บโดยตรง และบันทึกให้อยู่ในรูปแบบที่ตรงตามข้อกำหนดคิวทีไอ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้คือ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้สร้างคำถาม โดยการคัดลอกเนื้อหาจากหน้าเว็บที่แสดงอยู่ นั้น จะทำการคัดลอกองค์ประกอบของหน้าเว็บต่างๆ ไปด้วย เช่น CSS, DIV ทำให้ได้คำถามซึ่งมีรูปแบบตรงตามที่แสดงอยู่ในหน้าเว็บ โดยไม่จำเป็นต้องทำการจัดรูปแบบใหม่

แนวทางการวิจัยในอนาคตคือ ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ และวิจัยเกี่ยวกับเนื้อหาประเภทต่างๆ เช่น แฟลช หรือ ActiveX เพื่อที่จะใช้ในการสร้างคำถาม

### 2.2.2.2 งานวิจัยกลุ่มที่ศึกษาเรื่องของการนำเสนอโครงสร้างข้อมูลของคำถามตามข้อกำหนดคิวทีไอ ให้อยู่ในรูปแบบต่างๆ

1. Hanbin และคณะ [22] เสนอการนำเสนอคำถาม โดยใช้โทรทัศน์ดิจิทัล (Digital TV) เป็นสื่อในการนำเสนอ ซึ่งผู้วิจัยมีเป้าหมายหลักในการทำงานวิจัยชิ้นนี้คือ

เพื่อสร้างแบบทดสอบให้นักเรียนสามารถทดสอบตนเองได้ สำหรับใช้วางแผนการเรียน และประเมินตนเองในแต่ละรายวิชา โดยที่นักเรียนไม่จำเป็นต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์หรือ มีความรู้ทางด้านการทำแบบทดสอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพียงแค่มีโทรศัพท์ก็สามารถ ทำแบบทดสอบได้โดยง่าย เนื่องจากปัจจุบันเกือบทุกหลังคาเรือนมีโทรศัพท์มือถือแล้ว ดังนั้นการเลือกใช้โทรศัพท์ช่วยเป็นสื่อในการเรียนการสอนจึงเข้าถึงกลุ่มคนได้อย่าง กว้างขวาง

ปัจจัยหลักในการสร้างคำถามของวิจัยนี้คือ การใช้คำถามที่อยู่ในรูปแบบตาม ข้อกำหนดคิวทีไอ ซึ่งใช้กันอย่างกว้างขวางและเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน โดยงานวิจัยนี้ได้ เลือกคำถามเพียงบางประเภท จากคำถามทั้งหมด 20 ประเภทตามข้อกำหนดคิวทีไอมาใช้ เป็นมาตรฐานของการแปลงคำถาม ดังนี้

- 1) คำถามประเภทถูกผิด (True/False)
- 2) คำถามประเภทเลือกตอบ (Multiple Choice)
- 3) คำถามประเภทประเภทลากวาง (Drag and Drop)
- 4) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (Fill in Blank)
- 5) คำถามประเภทเรียงลำดับวัตถุ (Hot Object)
- 6) คำถามประเภทเลือกตอบได้ตำแหน่งเดียวจากภาพที่กำหนดให้ (Hot Spot)

สำหรับคำถามประเภทอื่นๆ ที่ไม่เลือกมานำเสนอในงานวิจัยนี้ เนื่องจากเป็น คำถามที่มีโครงสร้างซับซ้อน ยกที่จะประเมินคำตอบ ต้องใช้อัลกอริทึมที่ซับซ้อนในการ ตรวจสอบคำตอบของนักเรียน ดังนั้นการจะทำให้สามารถตรวจคำตอบได้อัตโนมัติจึงยากมาก ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้คำถามแค่บางประเภทตามที่กล่าวด้านบน

หลักการใช้งานเครื่องมือจากงานวิจัยนี้คือ การนำเสนอคำถามจะนำเสนอผ่าน ทางโทรศัพท์ และนักเรียนสามารถโต้ตอบผ่านทางรีโมท โดยใช้ปุ่มเลื่อนขึ้น ลง ซ้าย ขวา ในการเลื่อนตัวชี้ตำแหน่ง (Cursor) และในกรณีต้องพิมพ์เป็นข้อความ ผู้วิจัยได้ออกแบบ ให้ใช้ในลักษณะเหมือนกับการใช้มือถือในการพิมพ์ข้อความ ซึ่งเป็นสิ่งที่คนส่วนใหญ่คุ้นเคยกันดี คือกดปุ่มตัวเลขไปเรื่อยๆ จนถึงตัวอักษรที่ต้องการแต่ละตัว

แนวทางการวิจัยในอนาคตคือ นำคำถามประเภทอื่นๆ ที่เหลือจากที่งานวิจัยนี้ ได้ทำไปแล้ว มาแปลงให้ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำเสนอผ่านโทรศัพท์ดิจิทัลได้

2. Imran และคณะ [23] เสนอการนำเสนอคำถาม โดยใช้มือถือเป็นสื่อในการ นำเสนอ ซึ่งผู้วิจัยมีเป้าหมายหลักในการทำงานวิจัยนี้คือ การสร้างไฟล์ที่ได้จากการแปลง คำถามที่อยู่รูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ ฉบับ 2.1 ให้มีขนาดเล็กเพียงพอที่จะนำไปใช้กับ

โทรศัพท์มือถือซึ่งมีพื้นที่การใช้งานจำกัดได้ โดยงานวิจัยนี้เลือกสร้างไฟล์เป็นประเภทแฟลช (Flash) เนื่องจากไฟล์ประเภทแฟลชมีขนาดเล็กกว่าไฟล์ที่ได้จากการแปลงคำถามทั่วไปในปัจจุบันถึง 5 เท่า

ปัจจัยหลักในการสร้างคำถามของวิจัยนี้ คือ การใช้คำถามในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ ฉบับ 2.1 ซึ่งปัจจุบันเป็นเอกซ์เอ็มแอลเบสที่นิยมใช้อย่างมากในการประเมินผล โดยกระบวนการแปลงคำถามภาษาเอกซ์เอ็มแอลที่อยู่รูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ ฉบับ 2.1 นี้ให้เป็นไฟล์ประเภทแฟลช เริ่มจากการนำเข้าไปไฟล์ข้อมูลภาษาเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งอยู่รูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ ฉบับ 2.1 จากนั้นใช้เครื่องมือที่มีอยู่ ได้แก่ XML Processing, JAXB, Velocity, Object Model และ MTASC มาใช้งานร่วมกัน เพื่อให้ได้ไฟล์ประเภทแฟลช ที่สามารถนำไปใช้งานบนโทรศัพท์มือถือได้โดยไม่จำกัดเบราว์เซอร์ว่า จะต้องรองรับจาวาหรือวีบีสคริปต์

แนวทางการวิจัยในอนาคตคือ ลดขนาดโอเวอร์เฮดของแต่ละคำถาม และจัดการคำถามที่มีเนื้อหาขนาดใหญ่ เช่น ไฟล์รูปภาพ และไฟล์วิดีโอ

3. Pei และคณะ [24] เสนอ QTI engine เพื่อใช้สำหรับการแปลความคำถามที่สร้างขึ้นตามข้อกำหนดคิวทีไอ ให้สามารถใช้งานบนโทรศัพท์มือถือที่ใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ได้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้คือ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น และการมีปฏิสัมพันธ์ต่อการทำแบบทดสอบของผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือที่ใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยในปัจจุบันสามารถแสดงคำถามได้ 4 ประเภท เนื่องจากข้อจำกัดหลายๆอย่างทั้งทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ เช่น ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไม่รองรับการทำงานของจาวาแอปเพลต (Java applet)

2.2.2.3 งานวิจัยกลุ่มที่สนใจในเรื่องการสร้างเครื่องมือสำหรับสร้างแบบทดสอบที่มีโครงสร้างข้อมูลของคำถามตรงตามข้อกำหนดคิวทีไอ และวิธีการนำเสนอคำถาม

1. Ivan และคณะ [25] เสนอ e-QTI ซึ่งเป็นระบบที่ถูกสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับข้อกำหนดคิวทีไอ มีความสามารถในการสร้าง นำเสนอ ให้คะแนน และจัดเก็บคำถามภายในระบบ รวมถึงการส่งออกและนำเข้าคำถามที่อยู่ในรูปแบบ (format) ต่างๆ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้คือ เพื่อสร้างระบบที่สอดคล้องกับข้อกำหนดคิวทีไอ เพิ่มผลผลิตในการสร้างคำถาม โดยการลดขั้นตอนความซับซ้อนของรายละเอียด

ข้อกำหนดคิวทีไอ ผู้สร้างคำถามสามารถสร้างคำถามจากส่วนต่อประสาน (User interface) โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดคิวทีไอ และความสามารถของระบบนี้ ได้แก่

- 1) การสร้างคำถามตามข้อกำหนดคิวทีไอ
- 2) การนำเสนอคำถามภายในระบบ
- 3) การจัดเก็บคะแนนของผู้เรียน
- 4) การจัดการคำถามภายในระบบ
- 5) การนำเข้า และส่งออกคำถามในรูปแบบอื่นๆ

ในปัจจุบัน e-QTI ได้ถูกรวมเป็นส่วนหนึ่งกับระบบจัดการการเรียน e-Aula [26] โดยอนาคตมีความสนใจที่จะรวมระบบนี้เข้ากับ ระบบจัดการการเรียน SAKAI [27]



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ภายหลังจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์คือรูปแบบคำถามที่ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ ซึ่งได้มาจากการแปลงโครงสร้างข้อมูลของคำถามที่ถูกสร้างขึ้นตามข้อกำหนดคิวทีไอ และนำเสนอให้อยู่ในรูปแบบที่สอดคล้องกับแนวทางดับเบิลยูซีเอจีโดยเครื่องมือต้นแบบ หรือได้จากการสร้างคำถามจากเครื่องมือต้นแบบโดยตรง โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.1

โดยขั้นตอนดำเนินการวิจัยแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

#### 1. ศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆที่ได้กล่าวไปในบทที่ 2 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการวิจัยต่อไป โดยมุ่งเน้นไปที่การศึกษาข้อกำหนดคิวทีไอ และข้อกำหนดดับเบิลยูซีเอจี ดังนี้

##### 1) ศึกษาข้อกำหนดคิวทีไอ

ข้อกำหนดคิวทีไอ เป็นข้อกำหนดที่ใช้ในการสร้างโครงสร้างข้อมูลของคำถาม เพื่อที่จะทำให้สามารถนำคำถามเหล่านั้นไปใช้งานได้กับระบบอิลีรน์นิงต่างๆกันได้ และเป็นข้อกำหนดที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับงานวิจัยนี้ เนื่องจากเป็นข้อกำหนดที่ได้รับการรองรับโดยระบบอิลีรน์นิง และเครื่องมือต่างๆที่มีอยู่อย่างมากมายในปัจจุบัน

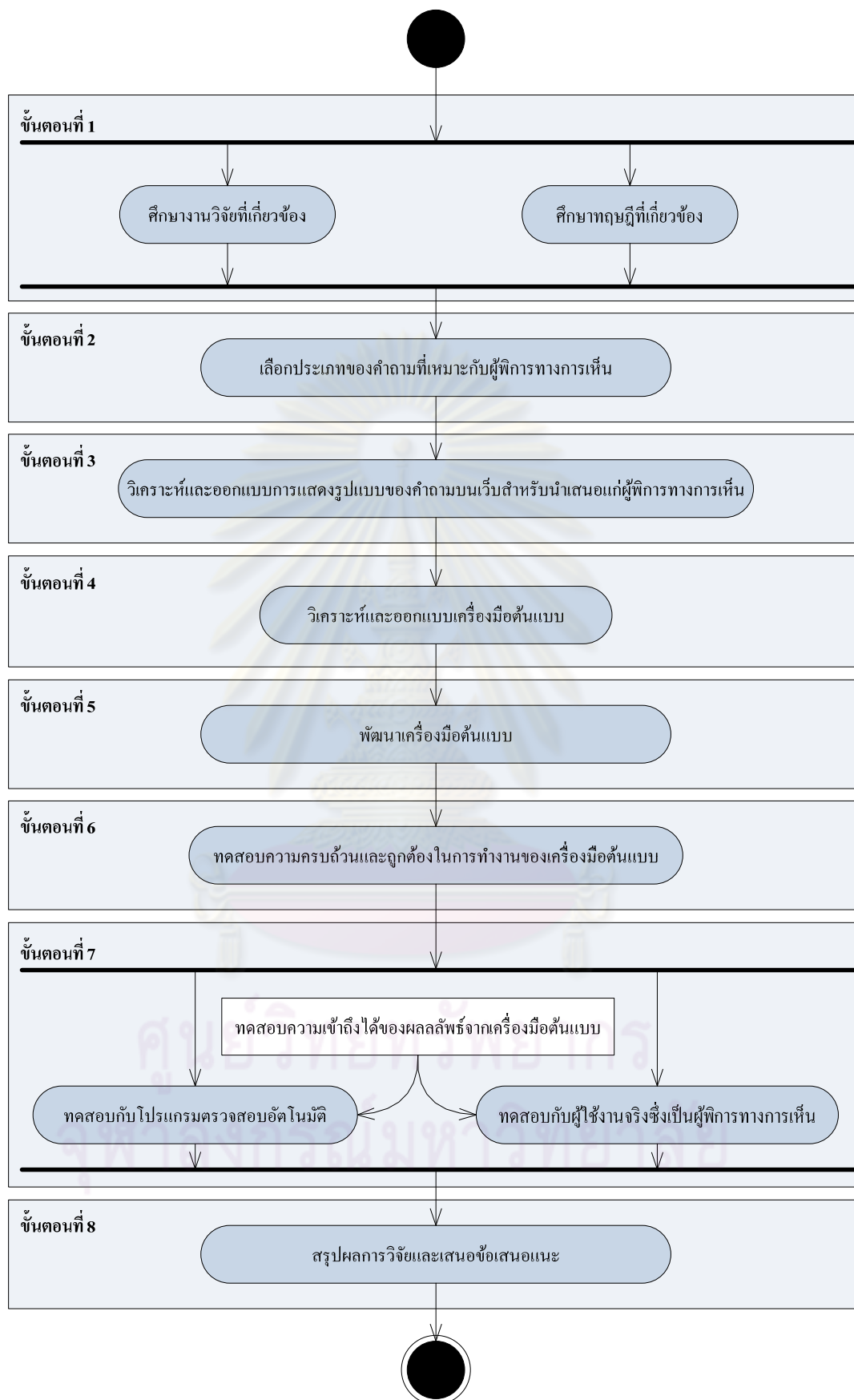
##### 2) ศึกษาแนวทางดับเบิลยูซีเอจี

แนวทางดับเบิลยูซีเอจี ถูกเลือกมาเป็นแนวทางอ้างอิงเพื่อใช้สำหรับแสดงรูปแบบคำถามที่ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้ เนื่องจากเป็นแนวทางที่ใช้สำหรับการออกแบบเว็บไซต์เพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ซึ่งได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย

#### 2. เลือกประเภทของคำถามที่เหมาะสมกับผู้พิการทางการเห็น

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการศึกษาคำถามทั้ง 20 ประเภทที่เสนอโดยข้อกำหนดคิวทีไอ และทำการเลือกคำถามที่เหมาะสมกับผู้พิการทางการเห็น เพื่อที่จะได้นำไปแสดงในรูปแบบที่สามารถเข้าถึงได้โดยใช้แนวทางดับเบิลยูซีเอจีเป็นแนวทางอ้างอิง โดยใช้หลักเกณฑ์ในการเลือกคำถามคือผู้พิการทางการเห็นไม่ใช้เมาส์ในการทำแบบทดสอบ และเป็นคำถามที่สามารถถูกตรวจสอบ และคำนวณคะแนนได้อัตโนมัติ ทำให้ได้คำถามที่เหมาะสมทั้งหมด 7 ประเภท ดังนี้





รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

- 1) คำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)
- 2) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)
- 3) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)
- 4) คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)
- 5) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)
- 6) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)
- 7) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

### 3. วิเคราะห์และออกแบบการแสดงรูปแบบของคำถามบนเว็บสำหรับนำเสนอแก่ผู้พิการทางการเห็น

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการออกแบบรูปแบบของคำถามบนเว็บเพื่อนำเสนอให้เหมาะกับผู้พิการทางการเห็นซึ่งใช้โปรแกรมอ่านหน้าจอ โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบโดยใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอลในส่วนการแสดงผลคำถาม และใช้จาวาสคริปต์ในการควบคุมการทำงานบนหน้าจอ โดยมีรายละเอียดแสดงอยู่ในบทที่ 4

### 4. ออกแบบเครื่องมือต้นแบบ

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือต้นแบบ โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบยูสเคส แผนภาพกิจกรรมและแผนภาพลำดับสำหรับแต่ละยูสเคส และการออกแบบเชิงวัตถุโดยเขียนเป็นแผนภาพคลาส ซึ่งจะนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบต่อไป โดยมีรายละเอียดแสดงอยู่ในบทที่ 4

### 5. พัฒนาเครื่องมือต้นแบบ

ขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงฟังก์ชันของเครื่องมือต้นแบบที่พัฒนาขึ้นตามวิธีการออกแบบในขั้นตอนที่ 4 รวมถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนา และโครงสร้างของเครื่องมือต้นแบบ โดยมีรายละเอียดแสดงอยู่ในบทที่ 5

### 6. ทดสอบความครบถ้วนและถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ

ภายหลังจากการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ จะต้องมีการตรวจสอบความครบถ้วน และความครบถ้วนของเครื่องมือต้นแบบ โดยมีรายละเอียดดังแสดงอยู่ในบทที่ 6

### 7. ทดสอบความเข้าถึงได้ของผลลัพธ์จากเครื่องมือต้นแบบ

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนทดสอบการเข้าถึงได้ โดยมีรายละเอียดแสดงอยู่ในบทที่ 6 ซึ่งการทดสอบในขั้นตอนนี้สามารถแบ่งย่อย ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

#### 7.1 ทดสอบกับโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติ

ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบ โดยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือต้นแบบไปตรวจสอบกับโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติ เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าผ่านเกณฑ์ของแนวทางดับเบิ้ลยูซีเอจีหรือไม่

#### 7.2 ทดสอบกับผู้ใช้งานจริงซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็น

เมื่อผ่านขั้นตอนการทดสอบกับโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติแล้ว ขั้นตอนนี้จะทำการนำผลลัพธ์ที่ได้ข้างต้นไปให้ผู้ใช้งานจริง ซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็น ทดสอบว่าสามารถเข้าถึงและใช้งานรูปแบบของคำถามที่นำเสนอได้จริง

#### 8. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนนี้เป็นการสรุปผลการวิจัย พร้อมทั้งเสนอข้อเสนอแนะ สำหรับการทำงานวิจัยต่อไป โดยมีรายละเอียดแสดงอยู่ในบทที่ 7



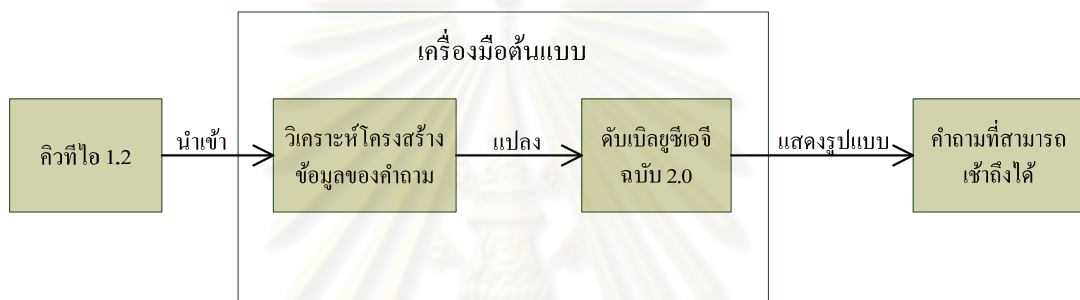
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ และออกแบบ

#### 4.1 โครงสร้างของเครื่องมือต้นแบบ

การทำงานของเครื่องมือต้นแบบสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ การวิเคราะห์โครงสร้างข้อมูลของคำถามที่ถูกส่งเข้ามาในเครื่องมือต้นแบบและจำแนกว่าเป็นคำถามประเภทใด จากนั้นจึงทำการแปลงโครงสร้างข้อมูลของคำถามดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับแต่ละประเภทคำถามโดยอ้างอิงตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี รูปที่ 4.1 แสดงภาพรวมการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ

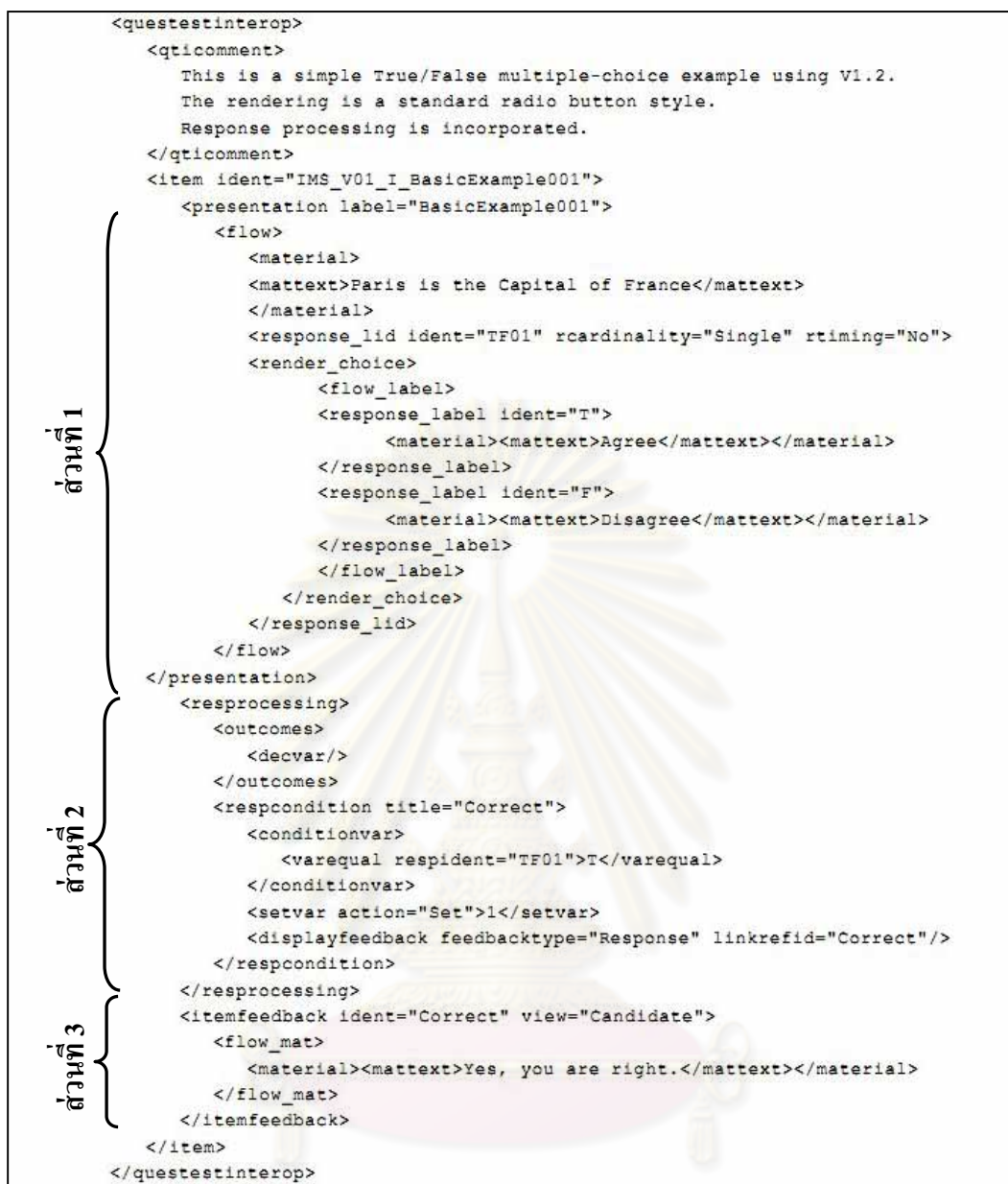


รูปที่ 4. 1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ

##### 4.1.1 ส่วนการวิเคราะห์โครงสร้างข้อมูลของคำถาม

ส่วนการวิเคราะห์โครงสร้างข้อมูลของคำถาม ใช้สำหรับการจำแนกคำถามที่ถูกนำเข้ามายังเครื่องมือต้นแบบว่าคำถามที่ถูกนำเข้ามานั้นเป็นคำถามประเภทใด โครงสร้างข้อมูลของคำถามตามข้อกำหนดคิวทีไอสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลักดังแสดงในรูปที่ 4.2 คือ 1) ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถาม 2) ส่วนของการประเมิน สำหรับการตรวจสอบคำตอบจากผู้ใช้ และ 3) ส่วนสำหรับแสดงข้อคิดเห็นสำหรับคำตอบของผู้ใช้ โดยส่วนที่ 2) และ 3) อาจจะมีหรือไม่ก็ได้

การจำแนกประเภทคำถาม จะพิจารณาจากส่วนที่ 1) ข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามเท่านั้น โดยส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามและรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอคำถามทั้ง 7 ประเภท สำหรับผู้พิจารณาเห็นแสดงในรูปที่ 4.3 - 4.16 โดยหัวข้อที่ 4.2 แสดงวิธีการวิเคราะห์การแสดงผลแบบดังกล่าว และวิธีการที่เครื่องมือต้นแบบใช้ในการจำแนกคำถามแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.2 โครงสร้างข้อมูลของคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## 1. คำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)

```

<presentation label="BasicExample001">
  <flow>
    <material>
      <mattext>Paris is the Capital of France</mattext>
    </material>
    <response_lid ident="TF01" rcardinality="Single" rtiming="No">
      <render_choice>
        <flow_label>
          <response_label ident="T">
            <material><mattext>Agree</mattext></material>
          </response_label>
          <response_label ident="F">
            <material><mattext>Disagree</mattext></material>
          </response_label>
        </flow_label>
      </render_choice>
    </response_lid>
  </flow>
</presentation>

```

รูปที่ 4.3 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)

โครงสร้างข้อมูลสำหรับส่วนของการนำเสนอคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) จะประกอบไปด้วย แท็ก <response\_lid> ซึ่งมีแอททริบิวต์ rcardinality = "Single" และจำนวนของแท็ก <mattext> ภายใต้แท็ก <render\_choice> เท่ากับ 2 โดยมีรูปแบบที่ออกแบบตามโครงสร้างนี้เพื่อให้ผู้พิจารณาสามารถเข้าถึงได้ ดังนี้

### Question 1: Paris is the Capital of France (True/False, Score: 1)

- True
- False

รูปที่ 4.4 รูปแบบคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)

## 2. คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)

```

<presentation label="BasicExample002a">
  <flow>
    <material>
      <mattext>
        Which one of the listed standards committees is responsible
        for developing the token ring specification ?
      </mattext>
    </material>
    <response_lid ident="MCh_01" rcardinality="Single" rtiming="No">
      <render_choice shuffle="Yes">
        <response_label ident="A">
          <flow_mat>
            <material><mattext>IEEE 802.3</mattext></material>
          </flow_mat>
        </response_label>
        <response_label ident="B">
          <flow_mat>
            <material><mattext>IEEE 802.5</mattext></material>
          </flow_mat>
        </response_label>
        <response_label ident="C">
          <flow_mat>
            <material><mattext>IEEE 802.6</mattext></material>
          </flow_mat>
        </response_label>
        <response_label ident="D">
          <flow_mat>
            <material><mattext>IEEE 802.11</mattext></material>
          </flow_mat>
        </response_label>
        <response_label ident="E" rshuffle="No">
          <flow_mat>
            <material><mattext>None of the above.</mattext>
          </material>
          </flow_mat>
        </response_label>
      </render_choice>
    </response_lid>
  </flow>
</presentation>

```

รูปที่ 4.5 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)

โครงสร้างข้อมูลสำหรับส่วนของการนำเสนอคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) จะประกอบไปด้วย แท็ก <response\_lid> ซึ่งมีแอททริบิวต์ rcardinality = "Single" และจำนวนของแท็ก <mattext> ภายใต้แท็ก <render\_choice> มากกว่า 2 โดยมีรูปแบบที่ออกแบบตามโครงสร้างนี้เพื่อให้ผู้พิจารณาเห็นสามารถเข้าถึงได้ ดังนี้

**Question 2: Which one of the listed standards committees is responsible for developing the token ring specification ? (Multiple Choice (5 choices), Score: 1)**

- IEEE 802.3
- IEEE 802.5
- IEEE 802.6
- IEEE 802.11
- None of the above.

รูปที่ 4. 6 รูปแบบคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)

3. คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)

```
<presentation label="BasicExample003">
  <flow>
    <material>
      <mattext>Which symbol is the 'Stop' sign ?</mattext>
    </material>
    <response_lid ident="MC02" rcardinality="Single" rtiming="No">
      <render_choice shuffle="Yes">
        <flow_label>
          <response_label ident="A">
            <material>
              <matimage imagtype="image/gif" uri="image1.gif">
            </matimage>
            </material>
          </response_label>
          <response_label ident="B">
            <material>
              <matimage imagtype="image/gif" uri="image2.gif">
            </matimage>
            </material>
          </response_label>
          <response_label ident="C">
            <material>
              <matimage imagtype="image/gif" uri="image3.gif">
            </matimage>
            </material>
          </response_label>
          <response_label ident="D">
            <material>
              <matimage imagtype="image/gif" uri="image4.gif">
            </matimage>
            </material>
          </response_label>
        </flow_label>
      </render_choice>
    </response_lid>
  </flow>
</presentation>
```

รูปที่ 4. 7 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)

โครงสร้างข้อมูลสำหรับส่วนของการนำเสนอคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) จะประกอบไปด้วย แท็ก <response\_id> ซึ่งมีแอททริบิวต์ rcardinality = “Single” และ จำนวนของแท็ก <matimage> ภายใต้อัปเดตแท็ก <render\_choice> มากกว่า 2 โดยมีรูปแบบที่ออกแบบตามโครงสร้างนี้เพื่อให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้ ดังนี้

**Question 3: Which symbol is the 'Stop' sign ?  
(Multiple Choice (4 choices), Score: 10)**



รูปที่ 4. 8 รูปแบบคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## 4. คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)

```

<presentation label="RQ05">
  <flow>
    <material>
      <mattext>Which of the following elements are used to form water ?
      </mattext>
    </material>
    <response_lid ident="MR01" rcardinality="Multiple" rtiming="No">
      <render_choice shuffle="Yes" minnumber="1" maxnumber="4">
        <response_label ident="A">
          <flow_mat>
            <material>
              <mattext>Hydrogen</mattext>
            </material>
          </flow_mat>
        </response_label>
        <response_label ident="B">
          <flow_mat>
            <material>
              <mattext>Helium</mattext>
            </material>
          </flow_mat>
        </response_label>
        <response_label ident="C">
          <flow_mat>
            <material>
              <mattext>Carbon</mattext>
            </material>
          </flow_mat>
        </response_label>
        <response_label ident="D">
          <flow_mat>
            <material>
              <mattext>Oxygen</mattext>
            </material>
          </flow_mat>
        </response_label>
        <response_label ident="E">
          <flow_mat>
            <material>
              <mattext>Nitrogen</mattext>
            </material>
          </flow_mat>
        </response_label>
        <response_label ident="F">
          <flow_mat>
            <material>
              <mattext>Chlorine</mattext>
            </material>
          </flow_mat>
        </response_label>
      </render_choice>
    </response_lid>
  </flow>
</presentation>

```

รูปที่ 4.9 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)

โครงสร้างข้อมูลสำหรับส่วนของการนำเสนอคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) จะประกอบไปด้วย แท็ก <response\_lid> ซึ่งมีแอททริบิวต์ rcardinality = "Multiple" และจำนวนของแท็ก <mattext> ภายใต้แท็ก <render\_choice> มากกว่า หรือเท่ากับ 2 โดยมีรูปแบบที่ออกแบบตามโครงสร้างนี้เพื่อให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้ ดังนี้

**Question 4: Which of the following elements are used to form water ? (Multiple Answer (6 choices), Score: 5)**

- Hydrogen
- Helium
- Carbon
- Oxygen
- Nitrogen
- Chlorine

รูปที่ 4.10 รูปแบบคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)



## 5. คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)

```

<presentation label="BasicExample012b">
  <flow>
    <material>
      <mattext>Complete the sequence: </mattext>
    </material>
    <flow>
      <material>
        <mattext>Winter, Spring, Summer, </mattext>
      </material>
      <response_str id="FIB01" rcardinality="Single" rtiming="No">
        <render_fib fibtype="String" prompt="Dashline" maxchars="6">
          <response_label id="A"/>
          <material>
            <mattext>.</mattext>
          </material>
        </render_fib>
      </response_str>
    </flow>
  </flow>
</presentation>

```

รูปที่ 4. 11 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)

โครงสร้างข้อมูลสำหรับส่วนของการนำเสนอคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) จะประกอบไปด้วย แท็ก `<response_str>` ซึ่งมีแอททริบิวต์ `rcardinality = "Single"` และแท็ก `<render_fib>` ซึ่งมีแอททริบิวต์ `fibtype = "String"` โดยมีรูปแบบที่ออกแบบตามโครงสร้างนี้เพื่อให้ ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้ ดังนี้

**Question 5: Complete the sequence: Winter, Spring, Summer, \_\_\_\_\_. (Fill in blank (text), Score: 1)**

Answer:

รูปที่ 4. 12 รูปแบบคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)

## 6. คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)

```
<presentation label="BasicExample016">
  <flow>
    <material>
      <mattext charset="ascii/us">What is 13 x 13 ?</mattext>
    </material>
    <response_num ident="NUM02" rcardinality="Single" rtiming="No">
      <render_fib fibtype="Integer" prompt="Asterisk" maxchars="3">
        <response_label ident="A"/>
      </render_fib>
    </response_str>
  </flow>
</presentation>
```

รูปที่ 4. 13 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)

โครงสร้างข้อมูลสำหรับส่วนของการนำเสนอคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) จะประกอบไปด้วย แท็ก `<response_num>` ซึ่งมีแอททริบิวต์ `rcardinality = "Single"` และแท็ก `<render_fib>` ซึ่งมีแอททริบิวต์ `fibtype = "Integer"` โดยมีรูปแบบที่ออกแบบตามโครงสร้างนี้ เพื่อให้ผู้พิจารณาเห็นสามารถเข้าถึงได้ ดังนี้

**Question 6: What is 13 x 13 ? (Fill in blank (integer),  
Score: 1)**

Answer:

รูปที่ 4. 14 รูปแบบคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 7. คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

```

<presentation label="BasicExample015">
  <flow>
    <material>
      <mattext charset="ascii/us">Give the value of</mattext>
      <mattext charset="greek"> p </mattext>
      <mattext charset="ascii/us"> to three decimal places: </mattext>
    </material>
    <response_num id="NUM01" rcardinality="Single" rtiming="No">
      <render_fib fibtype="Decimal" prompt="Box" maxchars="5">
        <response_label id="A"/>
      </render_fib>
    </response_str>
  </flow>
</presentation>

```

รูปที่ 4. 15 ส่วนของข้อมูลสำหรับการนำเสนอคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

โครงสร้างข้อมูลสำหรับส่วนของการนำเสนอคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) จะประกอบไปด้วย แท็ก <response\_num> ซึ่งมีแอททริบิวต์ rcardinality = "Single" และแท็ก <render\_fib> ซึ่งมีแอททริบิวต์ fibtype = "Decimal" โดยมีรูปแบบที่ออกแบบตามโครงสร้างนี้เพื่อให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้ ดังนี้

### Question 7: Give the value of Pi to three decimal places: (Fill in blank (decimal), Score: 1)

Answer:

รูปที่ 4. 16 รูปแบบคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

จากการพิจารณาโครงสร้างข้อมูลสำหรับส่วนของการนำเสนอคำถามประเภทต่างๆ สามารถสรุปวิธีการจำแนกคำถามแต่ละประเภทได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 วิธีการจำแนกคำถามแต่ละประเภทจากโครงสร้างข้อมูลของคำถาม

ประเภทคำถาม	แท็ก และแอททริบิวต์ที่ใช้พิจารณา	จำนวน และลักษณะของตัวเลือก
ถูกผิด (ข้อความ)	<response_lid rcardinality = "Single">	จำนวนของแท็ก <mattext> ภายใต้แท็ก <render_choice> = 2
เลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)	<response_lid rcardinality = "Single">	จำนวนของแท็ก <mattext> ภายใต้แท็ก <render_choice> > 2
เลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)	<response_lid rcardinality = "Single">	จำนวนของแท็ก <matimage> ภายใต้แท็ก <render_choice> > 2
เลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)	<response_lid rcardinality = "Multiple">	จำนวนของแท็ก <mattext> ภายใต้แท็ก <render_choice> > 2
เติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)	<response_str rcardinality = "Single">, <render_fib fibtype="String">	-
เติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)	<response_num rcardinality = "Single">, <render_fib fibtype="Decimal">	-
เติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)	<response_num rcardinality = "Single">, <render_fib fibtype="Integer">	-

#### 4.1.2 ส่วนการแปลงคำถามตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี ฉบับ 2.0

เมื่อเครื่องมือต้นแบบแยกประเภทของคำถามที่ถูกนำเข้ามาสำเร็จว่าเป็นคำถามประเภทใด จึงจะทำการนำข้อมูลต่างๆที่อยู่ในโครงสร้างข้อมูลของคำถามนั้นมาแสดงในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับคำถามแต่ละประเภท และแสดงให้อยู่ในรูปแบบที่ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้โดยอ้างอิงกับแนวทางดับเบิลยูซีเอจี โดย 1) คำถามประเภทถูกคิด (ข้อความ) และ คำถามประเภทเลือกตอบ (ข้อความ, รูปภาพ) จะถูกนำเสนอโดยใช้เรดิโอ บัทตอน (Radio button) 2) คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) จะถูกนำเสนอโดยใช้กล่องเลือก (Checkbox) และ 3) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ, จำนวนเต็ม, จำนวนทศนิยม) จะถูกนำเสนอโดยใช้กล่องข้อความ (Textbox) ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.4 – 4.16

#### 4.2 วิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างหน้าจอบนเว็บสำหรับนำเสนอคำถามแก่ผู้พิการทางการเห็น

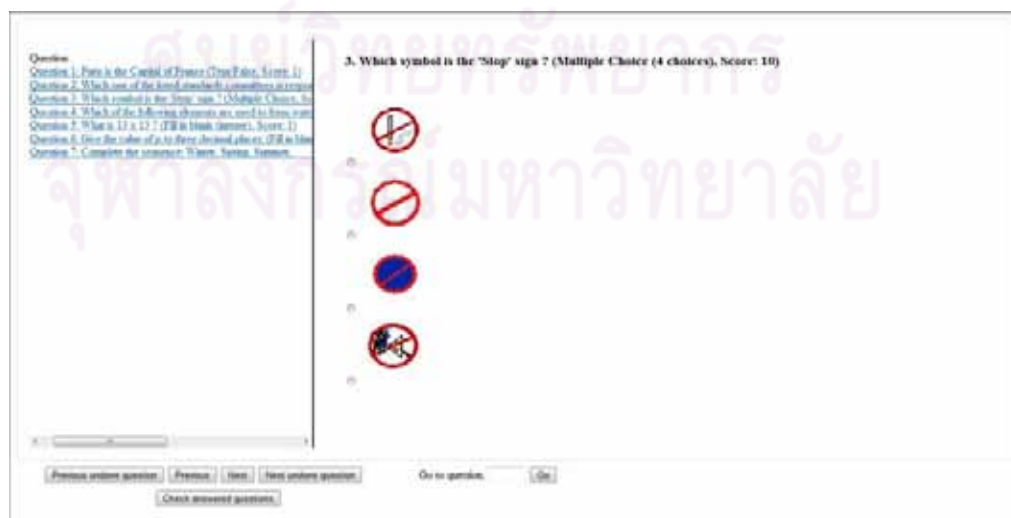
จากการศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องต่างๆ จึงได้ออกแบบโครงสร้างหน้าจอสำหรับนำเสนอคำถามในรูปแบบเว็บ โดยอาศัยขั้นตอนการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ ดังนี้

1. ลักษณะของผู้ใช้งานคือ ผู้ใช้งานเป็นผู้พิการทางการเห็น ซึ่งต้องใช้โปรแกรมอ่านหน้าจอ และเป็นพิมพ์ในการทำแบบทดสอบผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น และมีพื้นฐานการใช้งานโปรแกรมอ่านหน้าจออยู่บ้าง
2. กระบวนการในการทำแบบทดสอบคือ ให้ผู้ใช้งานเลือกคำถามเพื่อที่จะแสดงข้อมูลของคำถามและตอบคำถามด้วยวิธีที่ต่างกันตามการนำเสนอคำถามแต่ละประเภท
3. ทำการมาร์คอัพเนื้อหาที่ใช้นำเสนอให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น การจัดกลุ่มของลิงค์ที่เกี่ยวข้องกัน โดยกำหนดกลุ่มของลิงค์สำหรับการแสดงรายการคำถามไว้ด้วยกัน และการกำหนดลำดับหัวข้อโดยเริ่มตั้งแต่ลำดับหัวข้อที่ 1 ไล่ลำดับย่อยต่อไปตามความเหมาะสมของเนื้อหา คือ ลำดับหัวข้อที่ 1 สำหรับระบุหัวข้อใหญ่สุดของหน้าจอ และใช้ลำดับหัวข้อที่ 2 ในการระบุคำถาม เพื่อที่จะได้ใช้ความสามารถของโปรแกรมอ่านหน้าจอได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. เพิ่มฟังก์ชันเพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับการทำแบบทดสอบ ได้แก่ ฟังก์ชันสำหรับแสดงคำถามที่ต้องการอย่างเจาะจง ฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบคำตอบที่ได้ตอบไป ฟังก์ชันสำหรับการตรวจคำตอบ และคำนวณคะแนน
5. เลือกใช้รูปแบบหน้าตาตามมาตรฐานทั่วไป เพื่อให้ผู้ใช้งานคุ้นเคย
6. อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับผู้ใช้งานใช้ในการทำงานได้แก่ แป้นพิมพ์



7. เลือกใช้ตัวรับข้อมูลต่างๆที่เหมาะสมกับคำถามแต่ละประเภท ได้แก่ เรดิโอบัททอน สำหรับคำถามประเภทที่ตอบได้เพียงข้อเดียว กล้องเลือกสำหรับคำถามที่สามารถตอบได้หลายข้อ และ เลือกใช้กล่องข้อความสำหรับคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง
8. กำหนดข้อความอธิบายปุ่ม หรือฟังก์ชันต่างๆให้สอดคล้องต่อการใช้งานอย่างเหมาะสม ได้แก่ ปุ่ม “Next, Previous undone question” ใช้สำหรับการไปยังคำถามข้อถัดไป หรือข้อก่อนหน้า ที่ยังไม่ได้ตอบ ปุ่ม “Check answered questions” ใช้สำหรับการตรวจสอบคำตอบที่ได้ตอบไปแล้ว ปุ่ม “Go to question” ใช้สำหรับแสดงข้อมูลของคำถามข้อที่ต้องการ และ ปุ่ม “Submit” ใช้สำหรับการตรวจคำตอบ และคำนวณคะแนน
9. โปรแกรมอ่านหน้าจอสามารถระบุชนิดของวัตถุที่กำลังถูกเลือก หรือโฟกัสอยู่ ณ ขณะนั้นได้ เช่น ปุ่ม หรือ ลิงค์ เป็นต้น
10. ทำการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้มีความเป็นสากล โดยใช้ภาษาทั่วไปที่สามารถเข้าใจได้
11. เนื่องจากรูปภาพหรือ ไอคอนต่างๆไม่สำคัญต่อผู้พิการทางการเห็นมากนัก จึงไม่ได้นำมาพิจารณาในขั้นตอนการออกแบบ
12. ทำการซ่อนปุ่มต่างๆที่ไม่สามารถใช้งานได้ ณ ขณะนั้น แทนการระงับการใช้งานปุ่ม (Disable) เพื่อไม่ให้ผู้ใช้งานเกิดความสับสน เนื่องจากผู้ใช้งานอาจไม่สามารถแยกแยะเรื่องความแตกต่างของสีได้
13. ทำการจัดโครงสร้างของหน้าจอให้เหมาะสม และมีความเรียบง่าย เพื่อให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าใจ และใช้งานได้

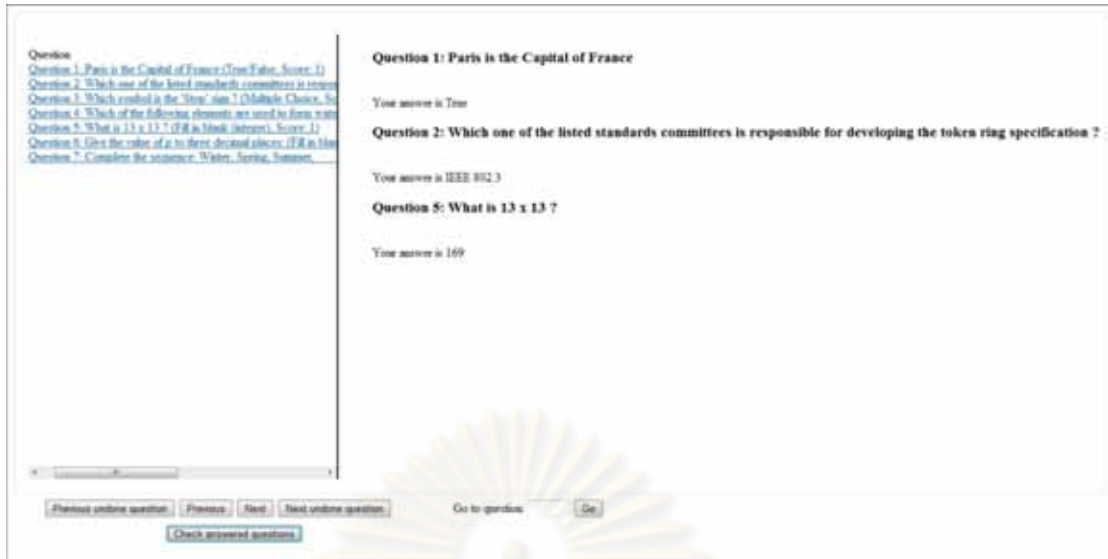
จากขั้นตอนข้างต้น จึงออกแบบหน้าจอโดยใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอลเพื่อแสดงคำถาม และใช้จาวาสคริปต์ในการควบคุมการทำงานบนหน้าจอ ได้หน้าจอดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4. 17 โครงสร้างหน้าจอบนเว็บสำหรับนำเสนอคำถามแก่ผู้พิการทางการเห็น

จากหน้าจอดังรูปที่ 4.17 จะเห็นว่าหน้าจอถูกแบ่งออกเป็นสามประกอบ 3 ส่วนด้วยกัน  
ดังนี้

1. ด้านซ้าย แสดงรายการคำถามทั้งหมดในรูปแบบลิงค์ที่ผู้ใช้งานสามารถเลือก เพื่อแสดงข้อมูลของคำถามข้อที่ถูกเลือกทางด้านขวา
2. ด้านขวา แสดงข้อมูลของคำถามข้อที่ถูกเลือก ณ ขณะนั้น ประกอบไปด้วย เนื้อหาของคำถาม ตัวเลือกของคำถาม ประเภทของคำถาม และคะแนนสำหรับคำถามข้อนั้น โดยคำถามแต่ละประเภทจะมีรูปแบบในการนำเสนอต่างกัน ดังแสดงในหัวข้อที่ 4.1.1
3. ด้านล่าง ประกอบไปด้วยปุ่มต่างๆ ที่ใช้ควบคุมการทำงานบนหน้าจอ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
  - 1) ปุ่ม “Previous undone question” เป็นปุ่มสำหรับแสดงคำถามข้อก่อนหน้าข้อปัจจุบันที่ยังไม่ได้ตอบ ซึ่งปุ่มนี้จะถูกซ่อนเมื่อไม่มีคำถามก่อนหน้าที่ยังไม่ได้ตอบ โดยฟังก์ชันการทำงานของปุ่มนี้จะช่วยเพิ่มความเร็วในการค้นหาคำถามข้อก่อนหน้าที่ยังไม่ได้ตอบ และแสดงแก่ผู้ใช้งานทันที
  - 2) ปุ่ม “Previous” เป็นปุ่มสำหรับไปยังคำถามข้อก่อนหน้าข้อปัจจุบัน ซึ่งปุ่มนี้จะถูกซ่อนเมื่อไม่มีคำถามก่อนหน้า
  - 3) ปุ่ม “Next” เป็นปุ่มสำหรับไปยังคำถามข้อถัดไป ซึ่งปุ่มนี้จะถูกซ่อนเมื่อไม่มีคำถามข้อถัดจากข้อปัจจุบันแล้ว
  - 4) ปุ่ม “Next undone question” เป็นปุ่มสำหรับแสดงคำถามข้อถัดไปจากข้อปัจจุบันที่ยังไม่ได้ตอบ ซึ่งปุ่มนี้จะถูกซ่อนเมื่อไม่มีคำถามข้อถัดจากข้อปัจจุบันที่ยังไม่ได้ตอบ โดยฟังก์ชันการทำงานของปุ่มนี้จะช่วยเพิ่มความเร็วในการค้นหาคำถามข้อถัดไปที่ยังไม่ได้ตอบ และแสดงแก่ผู้ใช้งานทันที
  - 5) ปุ่ม “Check answered questions” เป็นปุ่มสำหรับแสดงตรวจสอบว่าผู้ใช้งานได้ตอบคำถามข้อใดไปแล้วบ้าง ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะของตนเองในการตอบคำถาม โดยจะแสดงเป็นคำถามและคำตอบที่ผู้ใช้งานตอบที่ทางด้านขวาของหน้าจอ ดังรูปที่ 4.18
  - 6) ปุ่ม “Submit” ปุ่มนี้จะถูกซ่อนไว้จนกว่าผู้ใช้งานจะตอบคำถามครบทุกข้อ และเมื่อกดปุ่มนี้ โปรแกรมจะทำการตรวจคำตอบและคำนวณคะแนน และแสดงผลออกมาดังรูปที่ 4.19
  - 7) ปุ่ม “Go” เป็นปุ่มสำหรับไปยังคำถามข้อที่ผู้ใช้งานกรอกลงในกล่องข้อความ “Go to question” โดยฟังก์ชันการทำงานของปุ่มนี้จะช่วยเพิ่มความเร็วในการแสดงคำถามที่ผู้ใช้งานต้องการทันที



รูปที่ 4. 18 หน้าจอตรวจสอบการตอบคำถาม



รูปที่ 4. 19 หน้าจอรายงานผลการตอบคำถาม

ปุ่มและลิงค์ที่ใช้งานบนหน้าจอนี้จะมีส่วนควบคุมการทำงาน ที่พัฒนาด้วยภาษาจาวาสคริปต์ โดยมีรายละเอียดฟังก์ชันต่างๆ ของจาวาสคริปต์ดังนี้

1. ฟังก์ชันสำหรับแสดงคำถามเมื่อมีการกดปุ่มต่างๆ หรือลิงค์ที่ทำให้มีการเปลี่ยนคำถามเกิดขึ้น และฟังก์ชันนี้ทำหน้าที่รวมไปถึงการแสดงผลหรือซ่อนปุ่มต่างๆ อีกด้วย
2. ฟังก์ชันสำหรับเก็บข้อมูลการตอบคำถามว่าข้อใดบ้างที่ผู้ใช้งานตอบไปแล้ว และเก็บคำตอบข้อที่ผู้ใช้งานตอบไปแล้วด้วย เมื่อมีการตอบคำถามทุกครั้ง

3. ฟังก์ชันสำหรับควบคุมการทำงานของปุ่ม “Previous undone question” โดยทำหน้าที่ไปค้นหาคำถามข้อก่อนหน้าที่ยังไม่ได้ทำจากข้อมูลที่เก็บไว้จากฟังก์ชันข้อ 2 และทำการแสดงคำถามข้อที่ค้นหาได้ผ่านฟังก์ชันข้อ 1
4. ฟังก์ชันสำหรับควบคุมการทำงานของปุ่ม “Previous” โดยทำหน้าที่แสดงคำถามข้อก่อนหน้าข้อปัจจุบันผ่านฟังก์ชันข้อ 1
5. ฟังก์ชันสำหรับควบคุมการทำงานของปุ่ม “Next undone question” โดยทำหน้าที่ไปค้นหาคำถามข้อถัดไปจากข้อปัจจุบันที่ยังไม่ได้ทำจากข้อมูลที่เก็บไว้จากฟังก์ชันข้อ 2 และทำการแสดงคำถามข้อที่ค้นหาได้ผ่านฟังก์ชันข้อ 1
6. ฟังก์ชันสำหรับควบคุมการทำงานของปุ่ม “Next” โดยทำหน้าที่แสดงคำถามข้อถัดจากข้อปัจจุบันผ่านฟังก์ชันข้อ 1
7. ฟังก์ชันสำหรับควบคุมการทำงานของปุ่ม “Check answered questions” โดยทำหน้าที่ค้นหาคำถามทั้งหมดที่ผู้ใช้งานได้ตอบไปแล้วจากข้อมูลที่เก็บไว้จากฟังก์ชันข้อ 2 และทำการสร้างโค้ดภาษาเอชทีเอ็มแอลในรูปแบบของคำถามและคำตอบที่ผู้ใช้งานตอบจากคำถามทั้งหมดที่ค้นหาได้ จากนั้นจึงทำการแสดงโค้ดภาษาเอชทีเอ็มแอลที่สร้างขึ้น
8. ฟังก์ชันสำหรับควบคุมการทำงานของปุ่ม “Submit” โดยทำหน้าที่สร้างโค้ดภาษาเอชทีเอ็มแอลในสำหรับแสดงคำถาม คะแนน คำตอบที่ผู้ใช้งานตอบ คำตอบที่ถูกต้อง ผลของการตอบคำถาม (ถูกผิด) และคะแนนรวมไว้ด้านล่าง จากนั้นจึงทำการแสดงโค้ดภาษาเอชทีเอ็มแอลที่สร้างขึ้น
9. ฟังก์ชันสำหรับควบคุมการทำงานของปุ่ม “Go” โดยทำหน้าที่ไปค้นหาข้อที่ผู้ใช้งานกรอกไว้ในกล่องข้อความ “Go to question” และทำการแสดงคำถามข้อที่ค้นหาได้ผ่านฟังก์ชันข้อ 1
10. ฟังก์ชันสำหรับตรวจสอบกล่องข้อความที่ต้องการให้กรอกเป็นตัวเลขเท่านั้น แต่สำหรับคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) มีการยกเว้นให้ใส่จุดได้

นอกจากนี้ ก่อนเข้าสู่คำถามยังมีการออกแบบส่วนของการเสนอภาพรวมของแบบทดสอบไว้อธิบายรายละเอียดต่างๆ ของแบบทดสอบให้ผู้ทำทราบก่อนเริ่มทำแบบทดสอบ โดยใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอลเพื่อแสดงรายละเอียดดังกล่าว และใช้จาวาสคริปต์ในการควบคุมทำงานบนหน้าจอซึ่งมีหน้าตาของหน้าจอดังรูปที่ 4.20

**This test consists of 7 questions:**

- True/False 1 question
- Multiple Choice Text 1 question
- Multiple Choice Image 1 question
- Multiple Correct Answer 1 question
- Fill-in-Blank Integer 1 question
- Fill-in-Blank Decimal 1 question
- Fill-in-Blank Text 1 question

OK

#### รูปที่ 4. 20 หน้าจอรายละเอียดแบบทดสอบ

จากหน้าจอดังรูปที่ 4.20 จะเห็นว่าหน้าจอประกอบไปด้วยส่วนอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของแบบทดสอบ และปุ่ม “OK” สำหรับเข้าสู่แบบทดสอบ โดยปุ่ม “OK” จะมีฟังก์ชันสำหรับเปิดไฟล์คำถามขึ้นมาแทนที่หน้าจอคำสั่งนี้

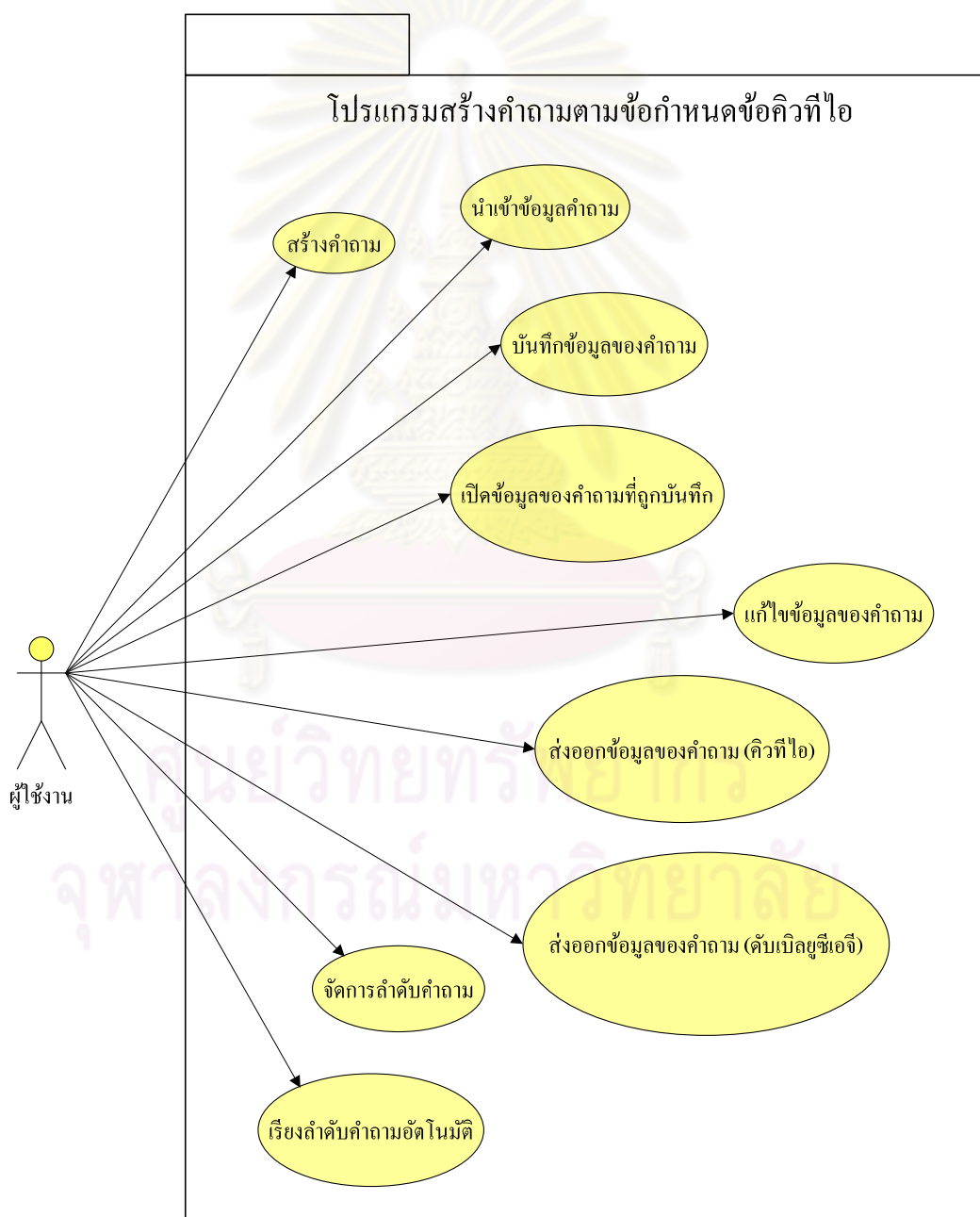
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



#### 4.3 วิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือต้นแบบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างหน้าจอบนเว็บสำหรับนำเสนอคำถามแก่ผู้พิจารณาการเห็น ทำให้เกิดแนวทางในการออกแบบเพื่อพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ โดยออกแบบในรูปแบบของแผนภาพยูสเคส และใช้แผนภาพกิจกรรมและแผนภาพลำดับในการอธิบายขั้นตอนสำหรับแต่ละยูสเคส และออกแบบเชิงวัตถุในรูปแบบของแผนภาพคลาส เพื่อนำไปใช้พัฒนาเครื่องมือต้นแบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 3.3.1 แผนภาพยูสเคส



รูปที่ 4. 21 แผนภาพยูสเคส

## คำอธิบายยูสเคสเป็นดังนี้

<b>Use Case #1</b>	สร้างคำถาม	
<b>Goal in Context</b>	ผู้ใช้งานสร้างคำถามโดยตรงจากเครื่องมือต้นแบบ โดยสามารถสร้างคำถามได้ทั้งหมด 7 ประเภท	
<b>Primary Actor</b>	ผู้ใช้งาน	
<b>Stakeholder and Interests</b>	<b>Stakeholder</b>	<b>Interests</b>
	N/A	N/A
<b>Pre conditions</b>	คำถามที่สร้างต้องอยู่ใน 7 ประเภทที่เครื่องมือต้นแบบรองรับ	
<b>Post conditions</b>	คำถามที่ถูกสร้างขึ้นแสดงในเครื่องมือต้นแบบ พร้อมทั้งจะนำไปใช้งาน	
<b>Trigger</b>	ผู้ใช้งานกดปุ่มสร้างคำถามตามประเภท และกรอกข้อมูลของคำถามครบถ้วน	
<b>Description</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1	เครื่องมือต้นแบบแสดงฟอร์มตามประเภทคำถามที่ผู้ใช้งานเลือก
	2	ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลของคำถามให้ครบถ้วน โดยอย่างน้อยต้องกรอกฟิลด์ที่บังคับ ได้แก่ คำถาม ตัวเลือก (เฉพาะในกรณีที่คำถามเป็นประเภทเลือกตอบ) คำตอบที่ถูกต้อง และคะแนน จากนั้นกดปุ่ม OK
	3	เครื่องมือต้นแบบตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล โดยตรวจจากฟิลด์บังคับ และแสดงคำถามในหน้าจอหลัก
<b>Extension</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	2a	ผู้ใช้งานยกเลิกการสร้างคำถาม
	3a	หากตรวจสอบว่าผู้ใช้งานกรอกไม่ครบถ้วน จะมีข้อความแจ้งผู้ใช้งาน
<b>Remarks</b>	N/A	

<b>Use Case #2</b>	นำเข้าข้อมูลคำถาม	
<b>Goal in Context</b>	ผู้ใช้งานนำเข้าข้อมูลคำถามที่อยู่ในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ	
<b>Primary Actor</b>	ผู้ใช้งาน	
<b>Stakeholder and Interests</b>	<b>Stakeholder</b>	<b>Interests</b>
	N/A	N/A

<b>Pre conditions</b>	ไฟล์คำถามที่จะนำเข้าต้องอยู่ในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ ฉบับ 1.2	
<b>Post conditions</b>	คำถามที่นำเข้ามาถูกแสดงในเครื่องมือต้นแบบ พร้อมทั้งจะนำไปใช้งาน	
<b>Trigger</b>	ผู้ใช้งานกดปุ่มนำเข้าข้อมูลคำถาม	
<b>Description</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1	เครื่องมือต้นแบบแสดงฟอร์มสำหรับเลือกสถานที่ที่เก็บไฟล์ข้อมูลคำถาม
	2	ผู้ใช้งานเลือกไฟล์ที่ต้องการ
	3	เครื่องมือต้นแบบแปลความข้อมูลคำถามที่นำเข้ามา ให้อยู่ในรูปแบบคำถามทั้ง 7 ประเภท
4	เครื่องมือต้นแบบแสดงรายการคำถามทั้งหมดที่แปลได้ในหน้าจอหลัก	
<b>Extension</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	2a	ผู้ใช้งานยกเลิกการนำเข้าข้อมูลคำถาม
	3a	คำถามที่ไม่อยู่ใน 7 ประเภทที่เครื่องมือต้นแบบรองรับ จะถูกตัดออก
	3b	คำถามที่มีข้อมูลที่เป็นไม่ครบถ้วน ได้แก่ คำถาม ตัวเลือก (เฉพาะในกรณีที่คำถามเป็นประเภทเลือกตอบ) คำตอบที่ถูกต้องและคะแนน จะมีข้อความแจ้งผู้ใช้งาน และจะถูกกำหนดให้เป็นคำถามไม่ระบุประเภท
<b>Remarks</b>	N/A	

<b>Use Case #3</b>	เปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกบันทึก	
<b>Goal in Context</b>	ผู้ใช้งานเปิดไฟล์ข้อมูลของคำถามนามสกุลคิวคิวเอ็มที่ถูกบันทึก	
<b>Primary Actor</b>	ผู้ใช้งาน	
<b>Stakeholder and Interests</b>	<b>Stakeholder</b>	<b>Interests</b>
	N/A	N/A
<b>Pre conditions</b>	ไฟล์คำถามที่จะนำเข้าต้องมีนามสกุลคิวคิวเอ็ม	
<b>Post conditions</b>	คำถามที่นำเข้ามาถูกแสดงในเครื่องมือต้นแบบ พร้อมทั้งจะนำไปใช้งาน	
<b>Trigger</b>	ผู้ใช้งานกดปุ่มเปิดข้อมูลของคำถาม	
<b>Description</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1	เครื่องมือต้นแบบแสดงฟอร์มสำหรับเลือกสถานที่ที่เก็บ

		ไฟล์ข้อมูลคำถาม
	2	ผู้ใช้งานเลือกไฟล์ที่ต้องการ
	3	เครื่องมือต้นแบบแปลงความข้อมูลคำถามที่นำเข้ามา ให้อยู่ในรูปแบบคำถามทั้ง 7 ประเภท
	4	เครื่องมือต้นแบบแสดงรายการคำถามทั้งหมดที่แปลได้ในหน้าจอหลัก
<b>Extension</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	2a	ผู้ใช้งานยกเลิกการเปิดข้อมูลของคำถาม
<b>Remarks</b>	N/A	

<b>Use Case #4</b>	บันทึกข้อมูลของคำถาม	
<b>Goal in Context</b>	ผู้ใช้งานบันทึกข้อมูลของคำถามทั้งหมดที่แสดงอยู่ในเครื่องมือต้นแบบ	
<b>Primary Actor</b>	ผู้ใช้งาน	
<b>Stakeholder and Interests</b>	<b>Stakeholder</b>	<b>Interests</b>
	N/A	N/A
<b>Pre conditions</b>	N/A	
<b>Post conditions</b>	คำถามทั้งหมดถูกบันทึกลงสถานที่เก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์นามสกุลคิวคิวเอ็ม	
<b>Trigger</b>	ผู้ใช้งานกดปุ่มบันทึกข้อมูล	
<b>Description</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1	เครื่องมือต้นแบบแสดงฟอร์มสำหรับเลือกสถานที่เก็บไฟล์ข้อมูล
	2	ผู้ใช้งานเลือกสถานที่สำหรับเก็บไฟล์ข้อมูล
	3	เครื่องมือต้นแบบแปลงคำถามทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบไฟล์นามสกุลคิวคิวเอ็ม
	4	เครื่องมือต้นแบบบันทึกไฟล์ที่แปลงได้ลงในสถานที่ที่ผู้ใช้งานเลือก และแสดงข้อความแจ้งว่าการบันทึกข้อมูลสำเร็จ
<b>Extension</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	2a	ผู้ใช้งานยกเลิกการบันทึกข้อมูลของคำถาม
	4a	หากบันทึกข้อมูลไม่สำเร็จจะมีข้อความแจ้งเตือน
<b>Remarks</b>	N/A	

<b>Use Case #5</b>	แก้ไขข้อมูลของคำถาม	
<b>Goal in Context</b>	ผู้ใช้งานแก้ไขข้อมูลของคำถามผ่านเครื่องมือต้นแบบ	
<b>Primary Actor</b>	ผู้ใช้งาน	
<b>Stakeholder and Interests</b>	<b>Stakeholder</b>	<b>Interests</b>
	N/A	N/A
<b>Pre conditions</b>	คำถามที่ต้องการแก้ไขถูกเลือกอยู่ ณ ขณะนั้น	
<b>Post conditions</b>	คำถามที่แสดง เป็นข้อมูลใหม่ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว	
<b>Trigger</b>	ผู้ใช้งานกดปุ่มแก้ไข	
<b>Description</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1	เครื่องมือต้นแบบแสดงฟอร์มตามประเภทคำถามที่ถูกเลือกมาแก้ไข
	2	ผู้ใช้งานแก้ไขข้อมูลของคำถาม และอย่างน้อยต้องกรอกฟิลด์ที่บังคับให้ครบ ได้แก่ คำถาม ตัวเลือก (เฉพาะในกรณีคำถามเป็นประเภทเลือกตอบ) คำตอบที่ถูกต้อง และคะแนน จากนั้นกดปุ่ม OK
	3	เครื่องมือต้นแบบตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล โดยตรวจจากฟิลด์บังคับ และแสดงข้อมูลของคำถามที่แก้ไขแล้วในหน้าจอหลัก
<b>Extension</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	2a	ผู้ใช้งานยกเลิกการแก้ไขคำถาม
	3a	หากตรวจสอบว่าผู้ใช้งานกรอกไม่ครบถ้วน จะมีข้อความแจ้งผู้ใช้งาน
<b>Remarks</b>	N/A	

<b>Use Case #6</b>	ส่งออกข้อมูลของคำถามรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ	
<b>Goal in Context</b>	ผู้ใช้งานส่งออกข้อมูลของคำถามทั้งหมด ให้บันทึกอยู่ในรูปแบบไฟล์ที่ตรงตามข้อกำหนดคิวทีไอ	
<b>Primary Actor</b>	ผู้ใช้งาน	
<b>Stakeholder and Interests</b>	<b>Stakeholder</b>	<b>Interests</b>



<b>Interests</b>	N/A	N/A
<b>Pre conditions</b>	มีคำถามอย่างน้อย 1 ข้อที่จะถูกส่งออก	
<b>Post conditions</b>	คำถามทั้งหมดถูกบันทึกลงสถานที่เก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์ที่ตรงตามข้อกำหนดคิวทีไอ ฉบับ 1.2	
<b>Trigger</b>	ผู้ใช้งานกดปุ่มส่งออกคำถามรูปแบบคิวทีไอ	
<b>Description</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1	เครื่องมือต้นแบบแสดงฟอร์มสำหรับเลือกสถานที่เก็บไฟล์ข้อมูล
	2	ผู้ใช้งานเลือกสถานที่สำหรับเก็บไฟล์ข้อมูล
	3	เครื่องมือต้นแบบนำคำถามทั้งหมดไปแปลงให้อยู่ในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มแอลตามข้อกำหนดคิวทีไอ และบันทึกลงในสถานที่เก็บข้อมูล พร้อมทั้งแสดงข้อความแจ้งว่าการแปลงข้อมูลและบันทึกสำเร็จ
<b>Extension</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	2a	ผู้ใช้งานยกเลิกการส่งออกข้อมูลของคำถาม
	3a	หากการแปลงข้อมูลและบันทึกไม่สำเร็จจะมีข้อความแจ้งเตือน
<b>Remarks</b>	N/A	

<b>Use Case #7</b>	ส่งออกข้อมูลของคำถามรูปแบบตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี	
<b>Goal in Context</b>	ผู้ใช้งานส่งออกข้อมูลของคำถามทั้งหมด ให้บันทึกอยู่ในรูปแบบไฟล์ที่สอดคล้องตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี	
<b>Primary Actor</b>	ผู้ใช้งาน	
<b>Stakeholder and Interests</b>	<b>Stakeholder</b>	<b>Interests</b>
	N/A	N/A
<b>Pre conditions</b>	มีคำถามอย่างน้อย 1 ข้อที่จะถูกส่งออก	
<b>Post conditions</b>	คำถามทั้งหมดถูกบันทึกลงสถานที่เก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์ที่เป็นไปตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี ฉบับ 2.0	
<b>Trigger</b>	ผู้ใช้งานกดปุ่มส่งออกคำถามรูปแบบดับเบิลยูซีเอจี	
<b>Description</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1	เครื่องมือต้นแบบแสดงฟอร์มสำหรับเลือกสถานที่เก็บไฟล์ข้อมูล
	2	ผู้ใช้งานเลือกสถานที่สำหรับเก็บไฟล์ข้อมูล
	3	เครื่องมือต้นแบบนำคำถามทั้งหมดไปแปลงให้อยู่ในรูปแบบ

		ภาษาเอสทีเอ็มแอลและจาวาสคริปต์ที่สอดคล้องตามแนวทาง ดับเบิลยูซีเออี
<b>Extension</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	2a	ผู้ใช้งานยกเลิกการส่งออกข้อมูลของคำถาม
	3a	หากการแปลงข้อมูลและบันทึกไม่สำเร็จจะมีข้อความแจ้งเตือน
<b>Remarks</b>	N/A	

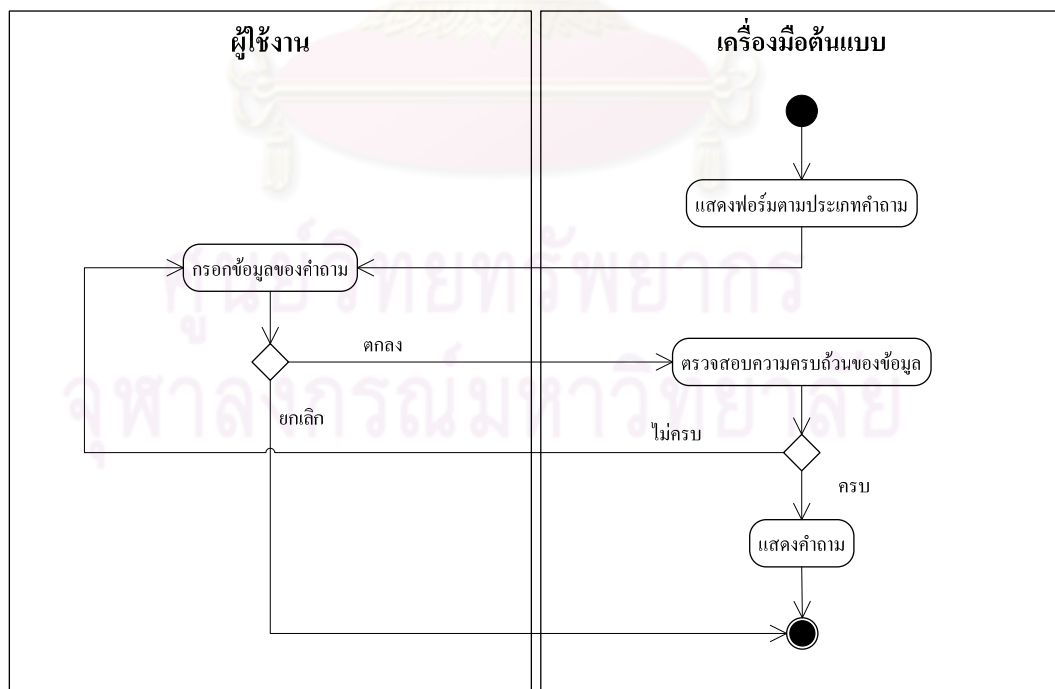
<b>Use Case #8</b>	จัดการลำดับคำถาม	
<b>Goal in Context</b>	ผู้ใช้งานเลื่อนลำดับของคำถาม	
<b>Primary Actor</b>	ผู้ใช้งาน	
<b>Stakeholder and Interests</b>	<b>Stakeholder</b>	<b>Interests</b>
	N/A	N/A
<b>Pre conditions</b>	คำถามที่ต้องการเลื่อนลำดับถูกเลือกอยู่ ณ ขณะนั้น	
<b>Post conditions</b>	คำถามที่ถูกเลื่อนแสดงอยู่ในลำดับที่ต้องการ	
<b>Trigger</b>	ผู้ใช้งานกดปุ่มเลื่อนขึ้น หรือกดปุ่มเลื่อนลง	
<b>Description</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1	หากกดปุ่มเลื่อนขึ้น คำถามจะถูกเลื่อนลำดับขึ้น 1 ข้อ แต่หากกดปุ่มเลื่อนลง คำถามจะถูกเลื่อนลำดับลง 1 ข้อ
<b>Extension</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1a	หากกดปุ่มเลื่อนขณะที่เลือกคำถามข้อที่ 1 จะไม่มีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น และหากกดปุ่มเลื่อนลงขณะที่เลือกคำถามข้อสุดท้ายก็ จะไม่มีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นเช่นกัน
<b>Remarks</b>	N/A	

<b>Use Case #9</b>	เรียงลำดับคำถามอัตโนมัติ	
<b>Goal in Context</b>	ผู้ใช้งานเรียงลำดับคำถามตามประเภทของคำถาม	
<b>Primary Actor</b>	ผู้ใช้งาน	
<b>Stakeholder and Interests</b>	<b>Stakeholder</b>	<b>Interests</b>
	N/A	N/A
<b>Pre conditions</b>	N/A	

<b>Post conditions</b>	คำถามถูกเรียงลำดับตามประเภทของคำถาม	
<b>Trigger</b>	ผู้ใช้งานกดปุ่มเรียงลำดับคำถามอัตโนมัติ	
<b>Description</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	1	คำถามเรียงตามประเภทของคำถาม ได้แก่ คำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) และคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) ตามลำดับ
<b>Extension</b>	<b>Step</b>	<b>Action</b>
	N/A	N/A
<b>Remarks</b>	N/A	

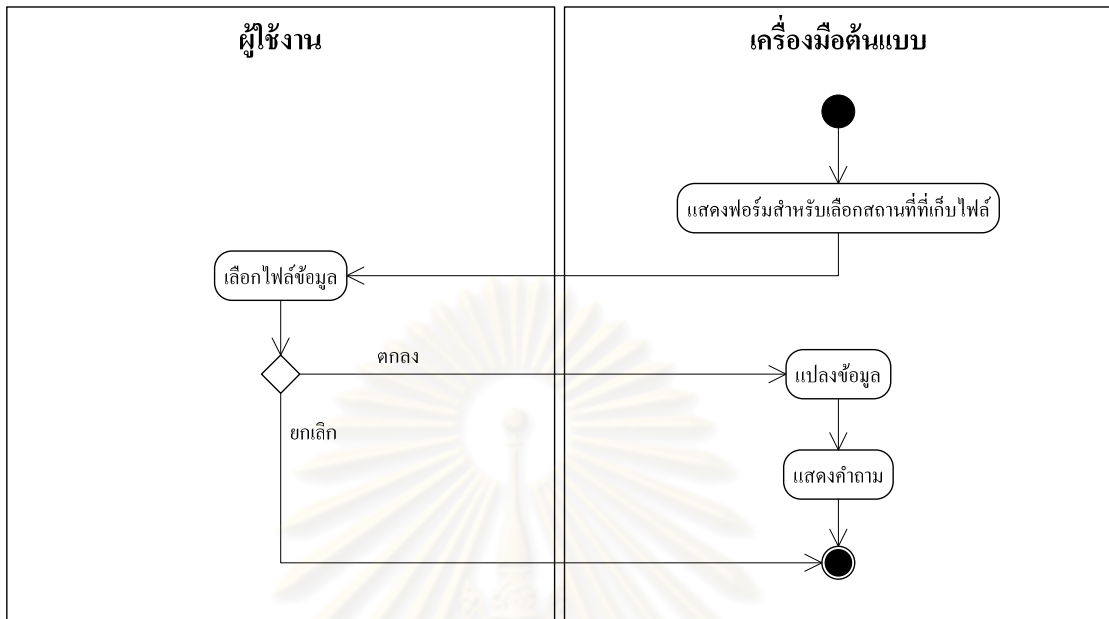
### 3.3.2 แผนภาพกิจกรรม

#### 1. สร้างคำถาม



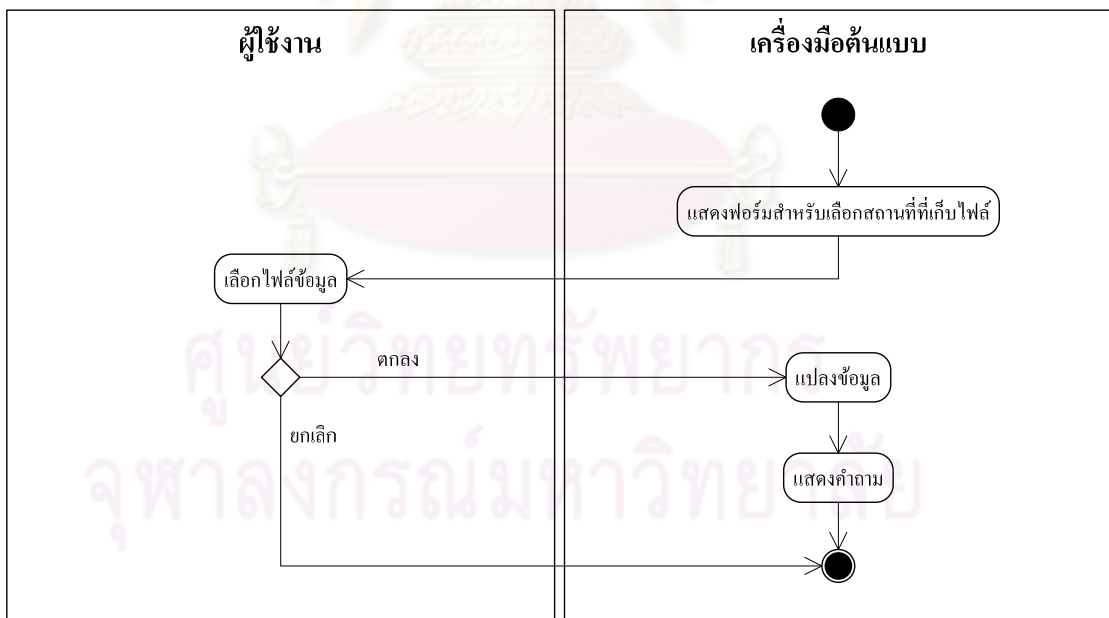
รูปที่ 4. 22 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการสร้างคำถาม

## 2. นำเข้าข้อมูลคำถาม



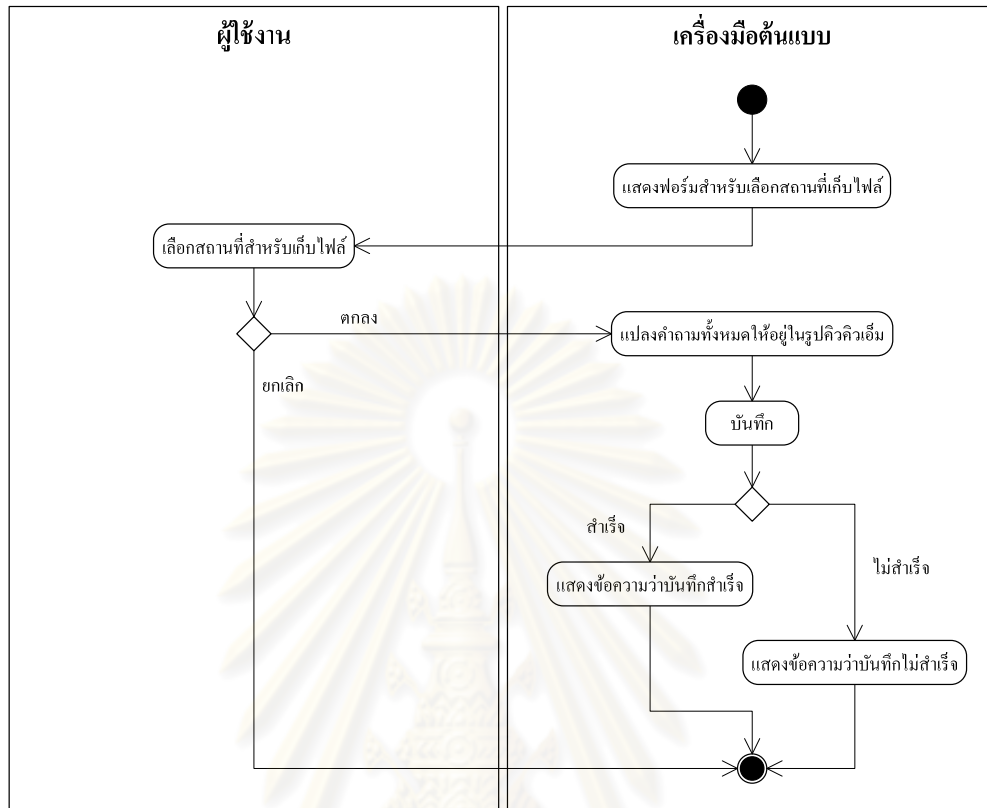
รูปที่ 4. 23 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการนำเข้าข้อมูลคำถาม

## 3. เปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกบันทึก



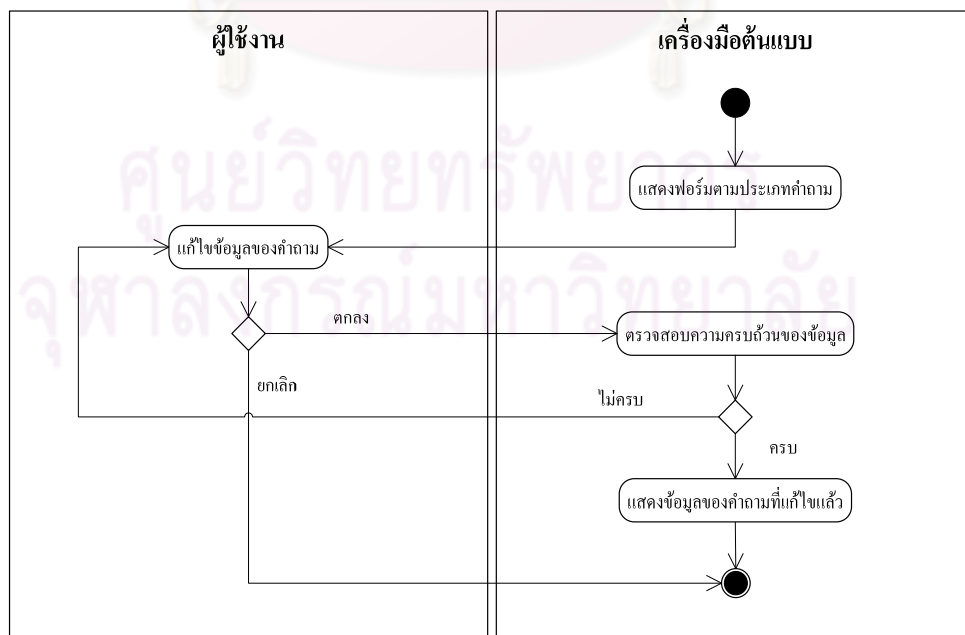
รูปที่ 4. 24 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการเปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกบันทึก

#### 4. บันทึกข้อมูลของคำถาม



รูปที่ 4. 25 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการบันทึกข้อมูลของคำถาม

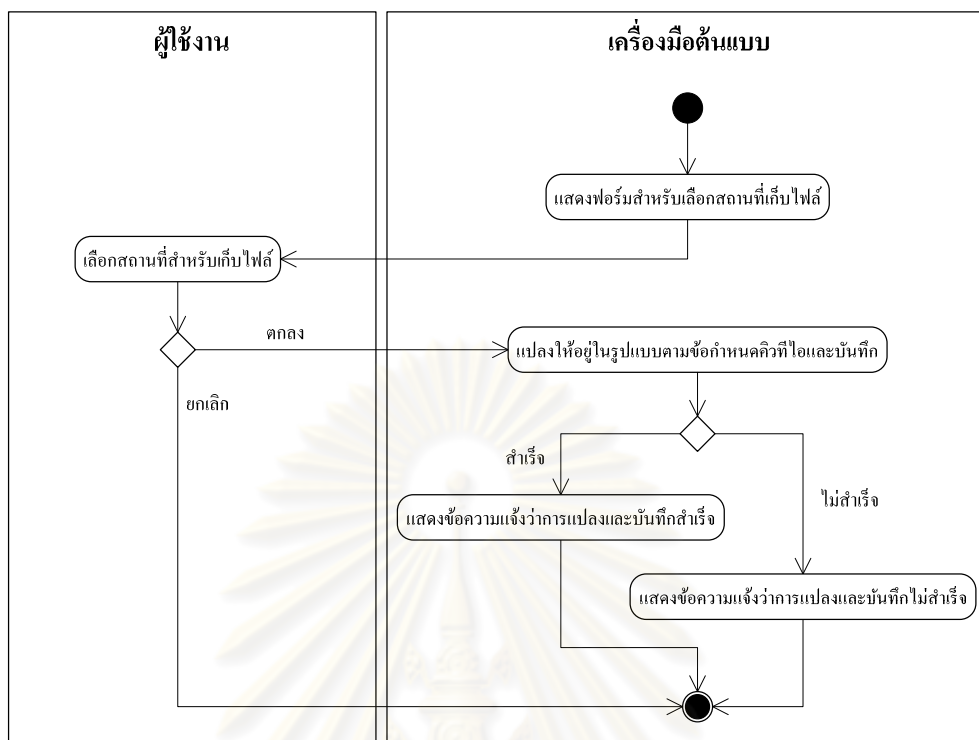
#### 5. แก้ไขข้อมูลของคำถาม



รูปที่ 4. 26 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการแก้ไขข้อมูลของคำถาม

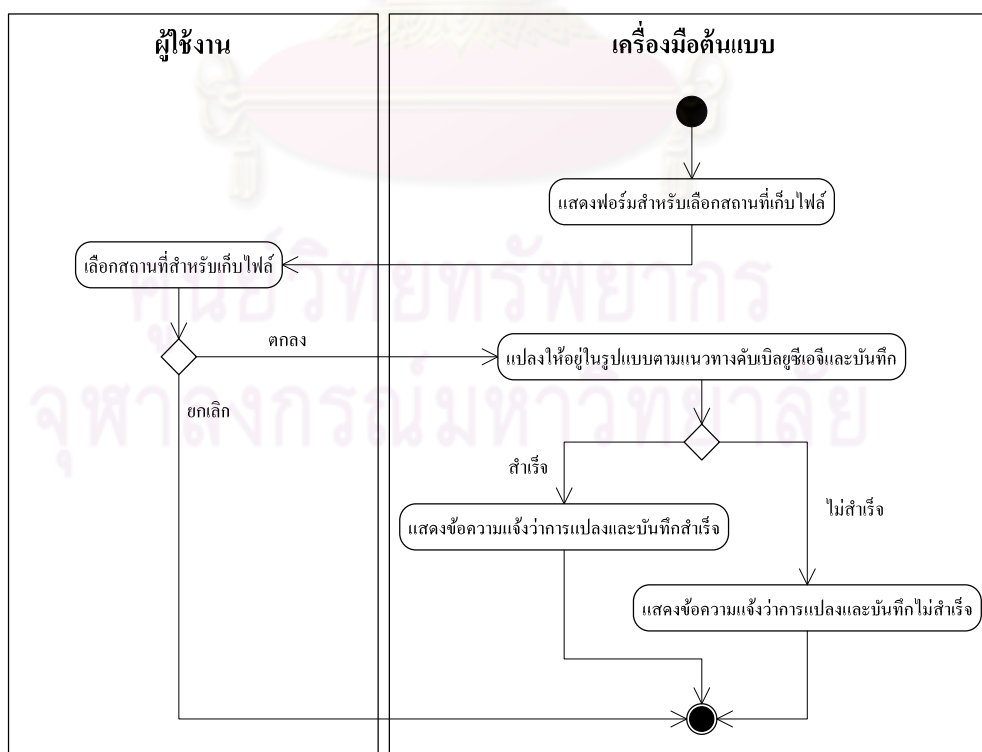


## 6. ส่งออกข้อมูลของคำถามรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ



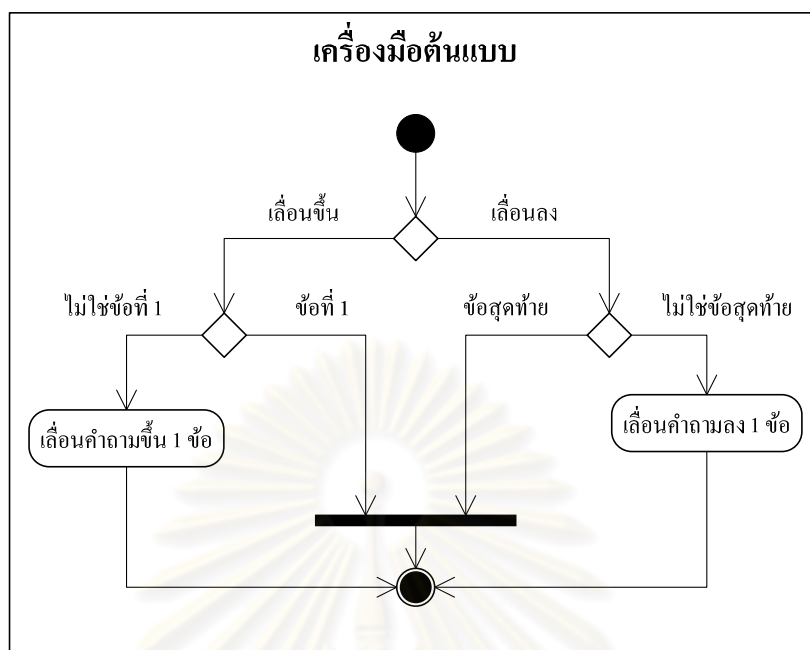
รูปที่ 4. 27 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการส่งออกข้อมูลของคำถามตามข้อกำหนดคิวทีไอ

## 7. ส่งออกข้อมูลของคำถามรูปแบบตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี



รูปที่ 4. 28 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการส่งออกข้อมูลของคำถามตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี

## 8. จัดการลำดับคำถาม



รูปที่ 4. 29 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการจัดการลำดับคำถาม

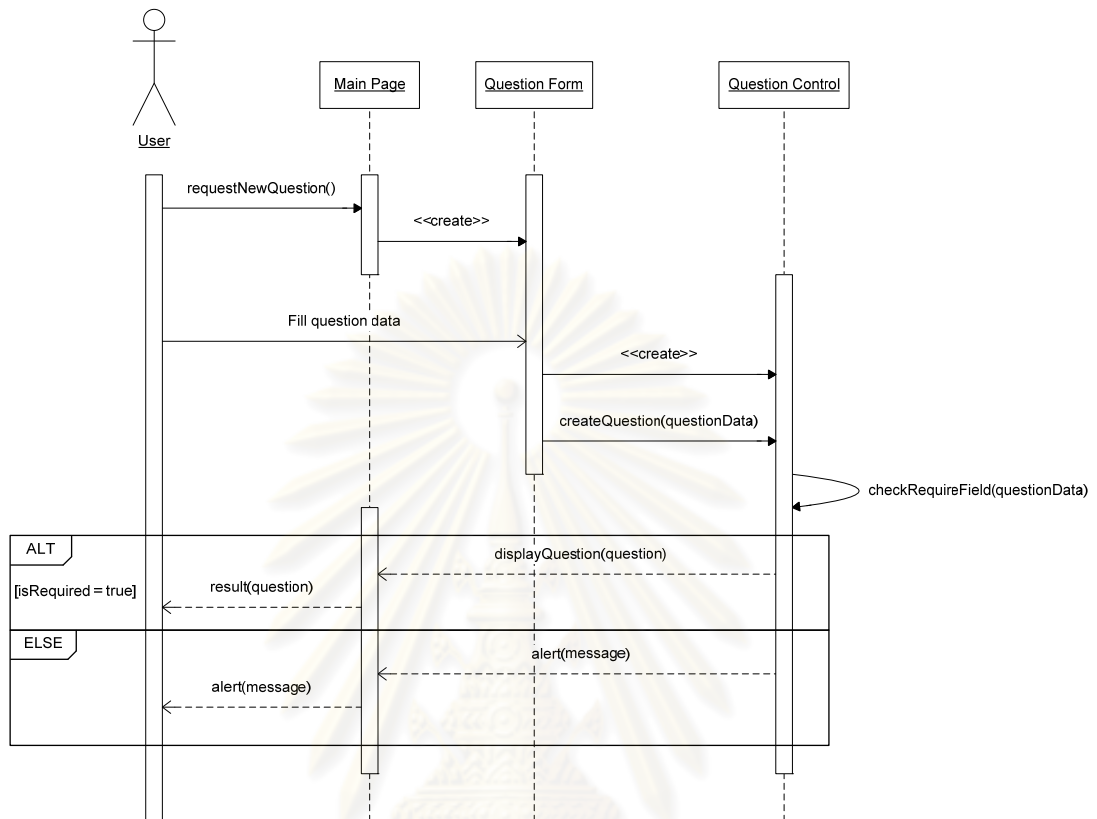
## 9. เรียงลำดับคำถามอัตโนมัติ



รูปที่ 4. 30 แผนภาพกิจกรรมสำหรับการเรียงลำดับคำถามอัตโนมัติ

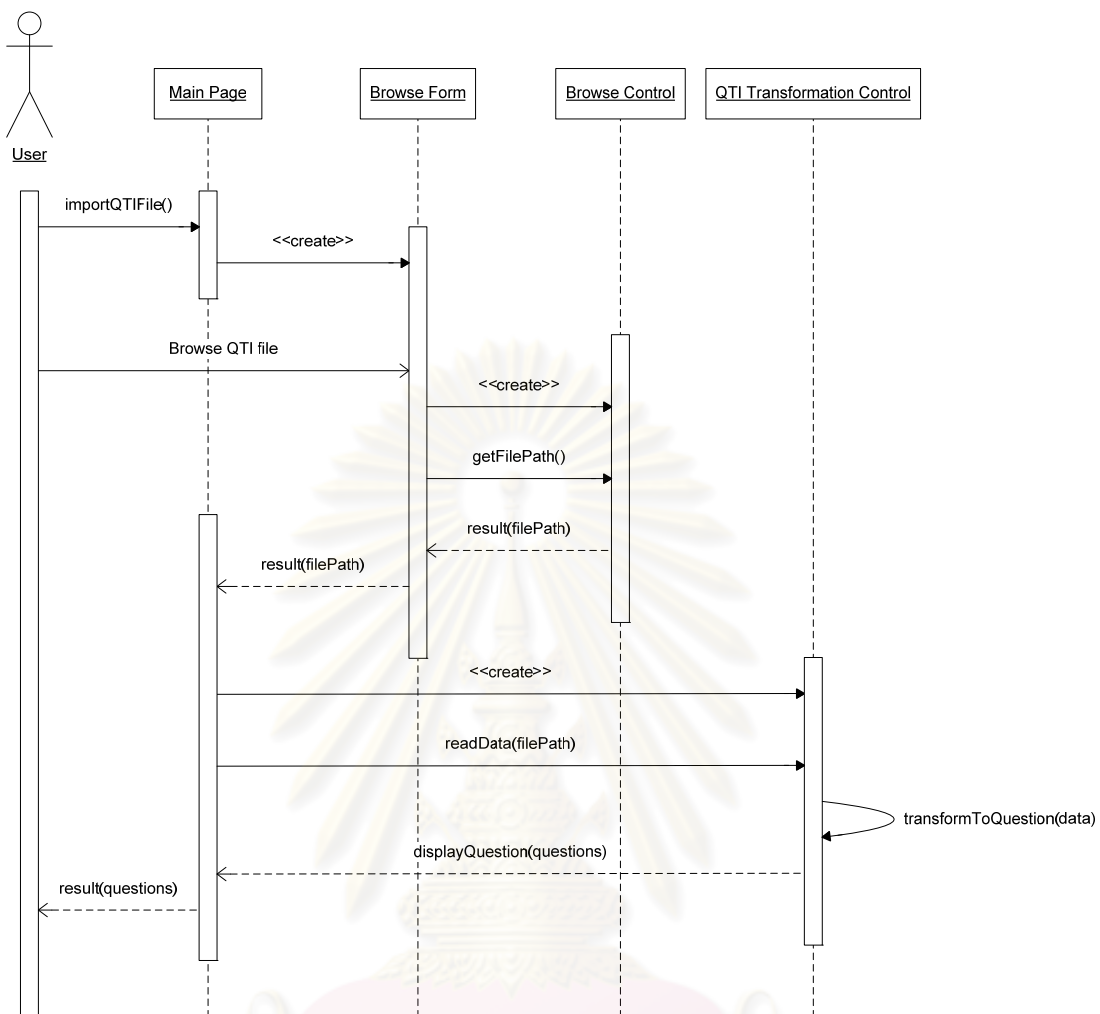
## 3.3.3 แผนภาพลำดับ

## 1. สร้างคำถาม



รูปที่ 4. 31 แผนภาพลำดับสำหรับการสร้างคำถาม

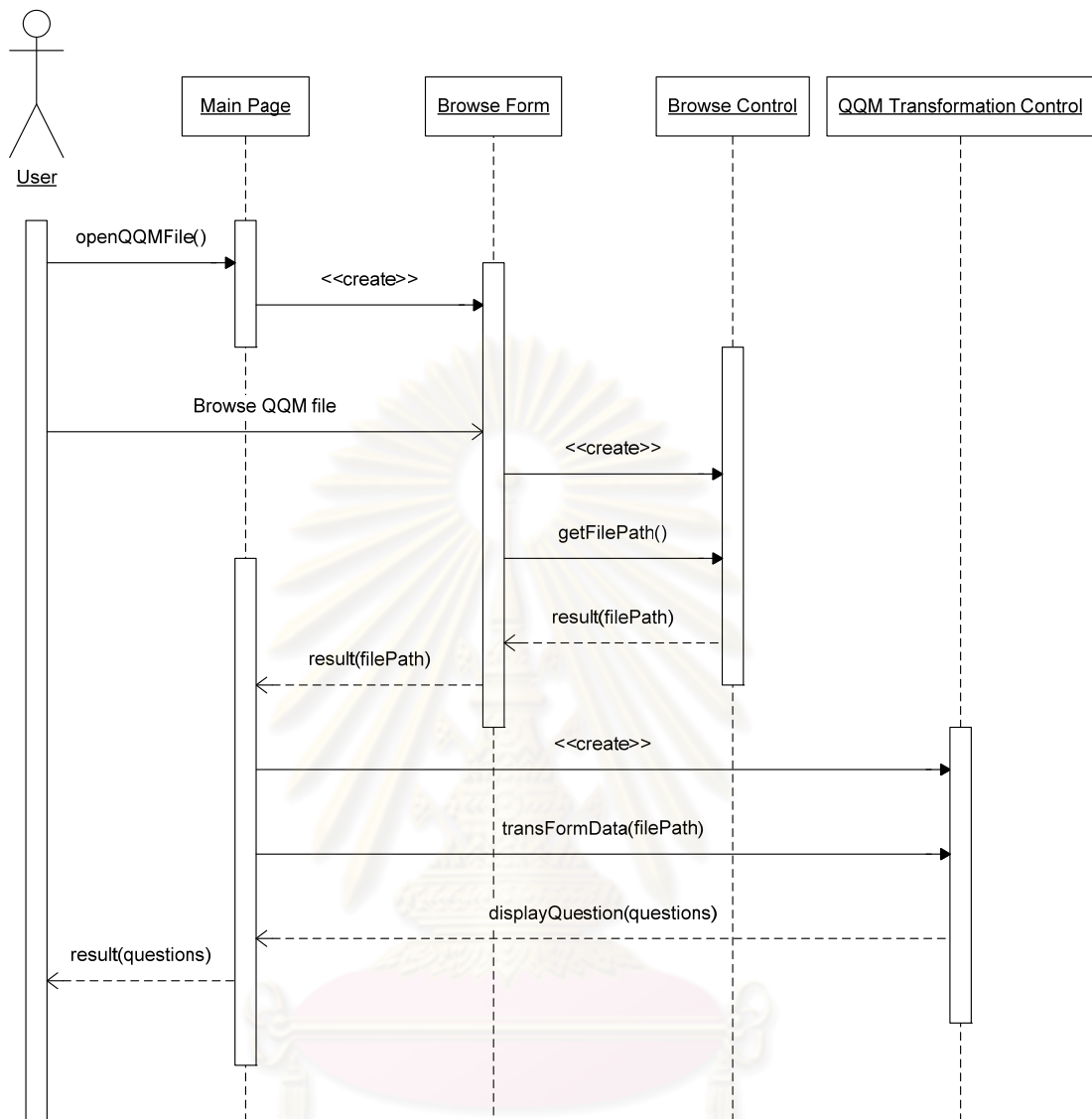
## 2. นำเข้าข้อมูลคำถาม



รูปที่ 4. 32 แผนภาพลำดับสำหรับการนำเข้าข้อมูลคำถาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3. เปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกบันทึก

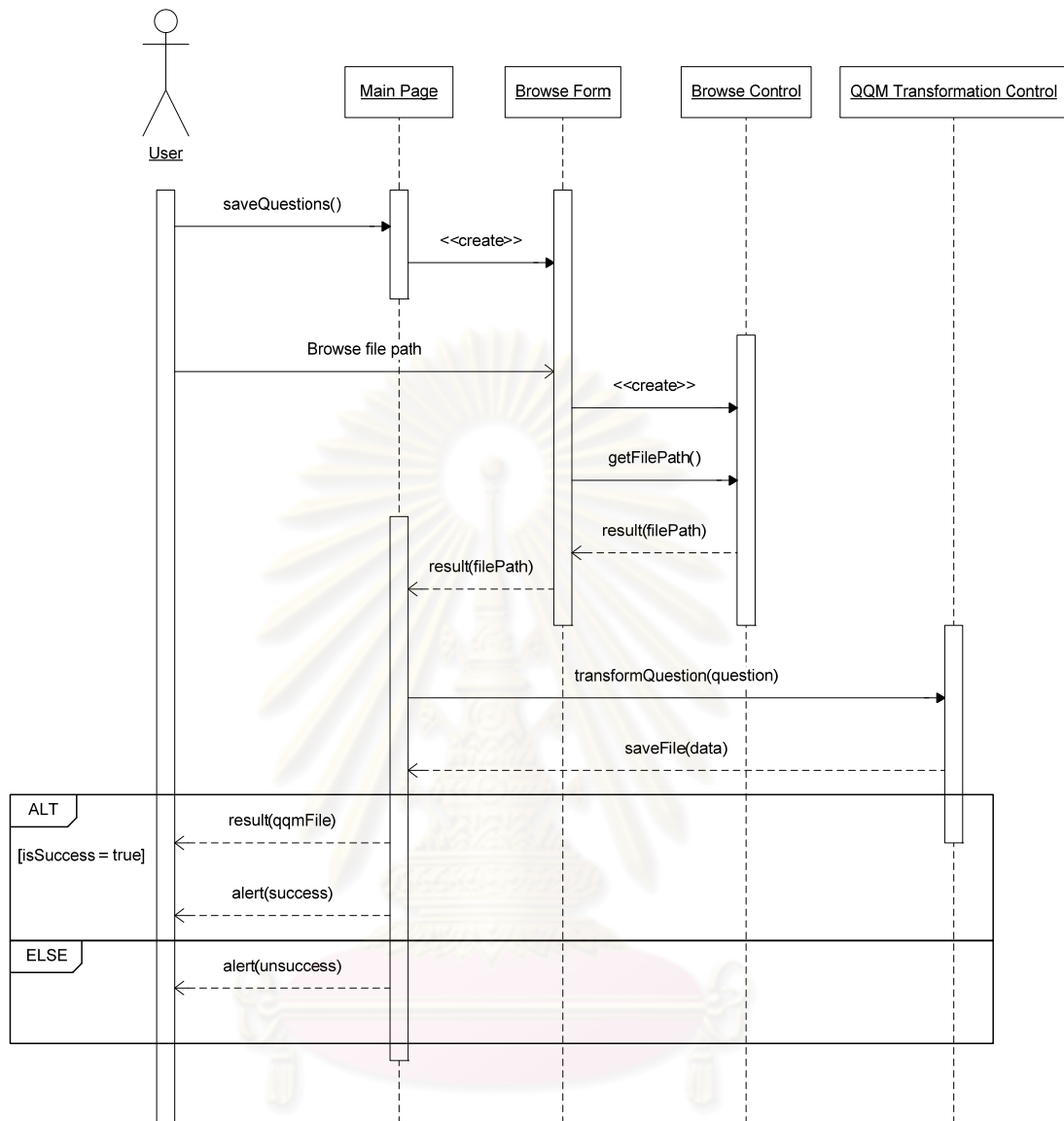


รูปที่ 4. 33 แผนภาพลำดับสำหรับการเปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกบันทึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



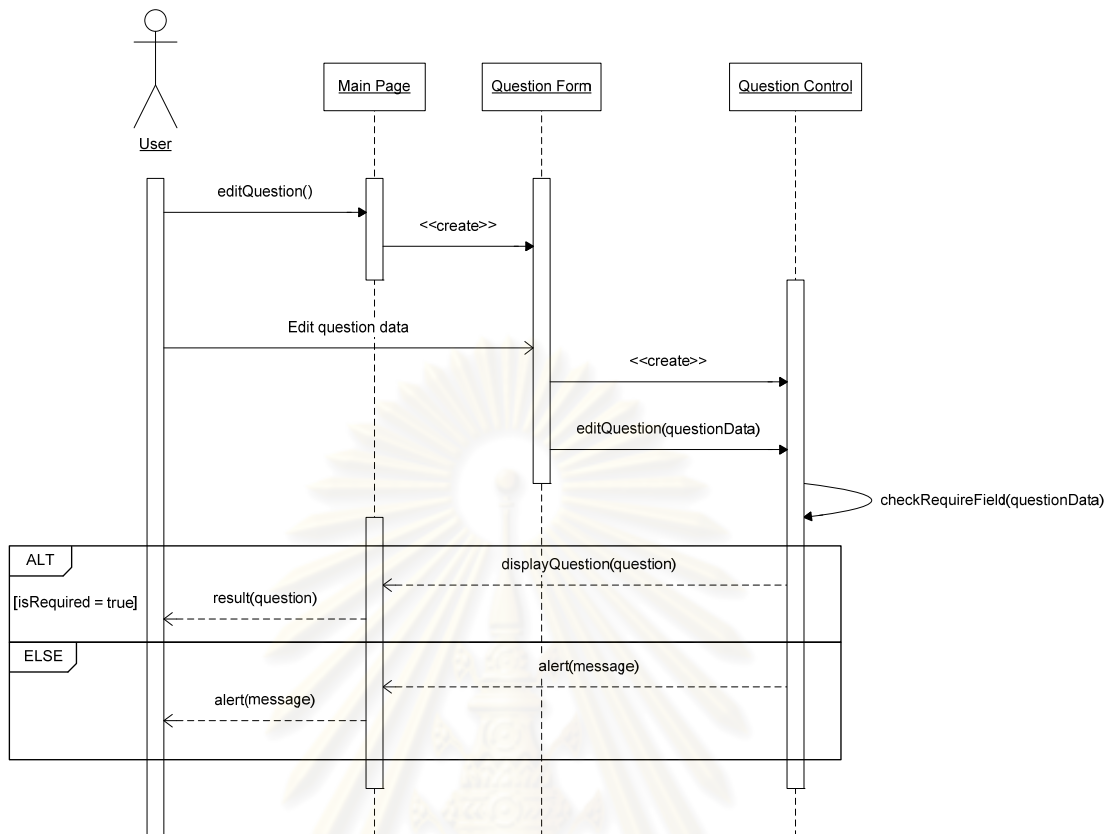
## 4. บันทึกข้อมูลของคำถาม



รูปที่ 4. 34 แผนภาพลำดับสำหรับการบันทึกข้อมูลของคำถาม

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

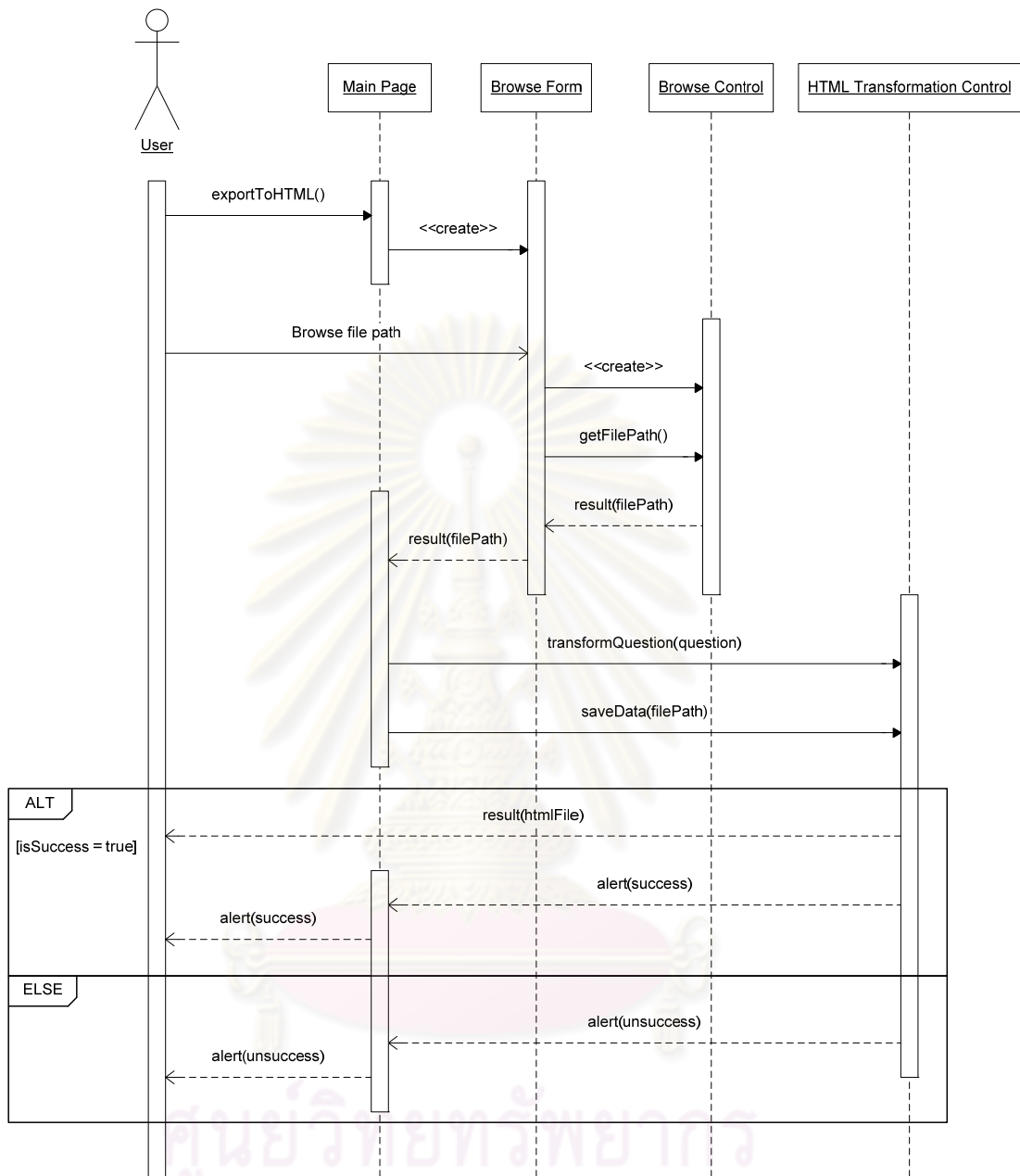
## 5. แก้ไขข้อมูลของคำถาม



รูปที่ 4. 35 แผนภาพลำดับสำหรับการแก้ไขข้อมูลของคำถาม

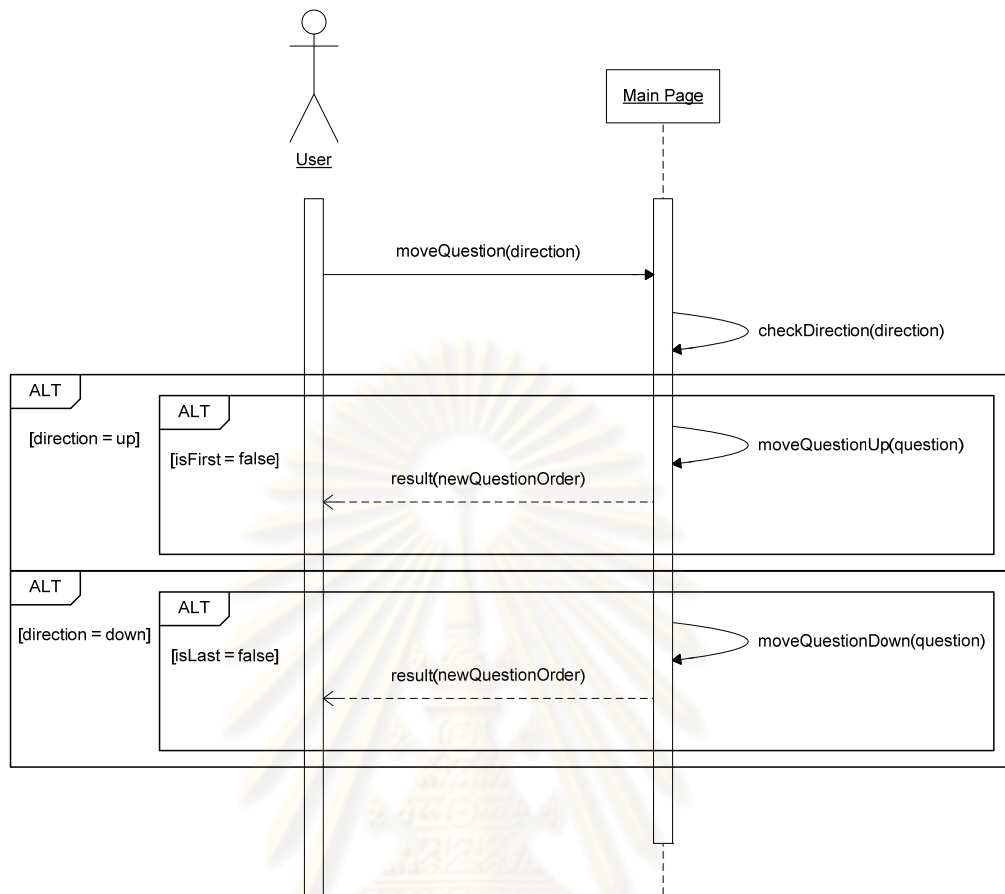


## 7. ส่งออกข้อมูลของคำถามรูปแบบตามแนวทางฉบับเบ็ลยูซีเอจี



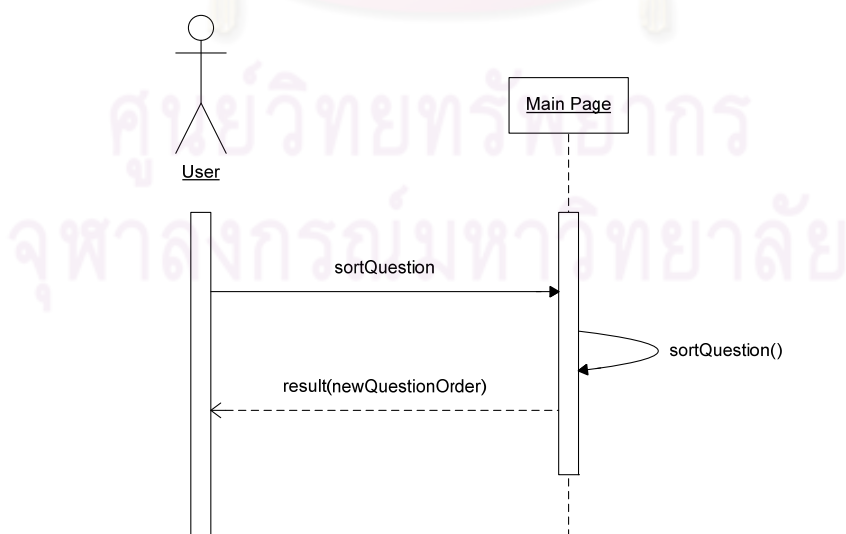
รูปที่ 4. 37 แผนภาพลำดับสำหรับการส่งออกข้อมูลของคำถามรูปแบบตามแนวทางฉบับเบ็ลยูซีเอจี

## 8. จัดการลำดับคำถาม



รูปที่ 4. 38 แผนภาพลำดับสำหรับการจัดการลำดับคำถาม

## 9. เรียงลำดับคำถามอัตโนมัติ



รูปที่ 4. 39 แผนภาพลำดับสำหรับการเรียงลำดับคำถามอัตโนมัติ



### 3.3.4 แผนภาพคลาส

เมื่อได้รายละเอียดของเครื่องมือต้นแบบเป็นลำดับขั้นตอนต่างๆ อย่างละเอียดแล้ว สามารถนำไปออกแบบตามแนวคิดเชิงวัตถุเป็นแผนภาพคลาส ซึ่งใช้ในการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ ได้ดังนี้

1. QuestionDataType เป็นคลาสที่เก็บข้อมูลพื้นฐานของคำถามทุกประเภท

Attributes:

- question: คำถาม
- score: คะแนน
- showFB: แสดง (true) หรือ ไม่แสดง (false) ความคิดเห็นจากระบบ
- correctFB: ความคิดเห็นจากระบบเมื่อตอบคำถามถูก
- incorrectFB: ความคิดเห็นจากระบบเมื่อตอบคำถามผิด

2. TFDataType เป็นคลาสที่สืบทอดมาจาก QuestionDataType ทำหน้าที่เก็บข้อมูลพื้นฐานของคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)

Attributes:

- correctAns: คำตอบที่ถูกต้อง

3. MPTDataType เป็นคลาสที่สืบทอดมาจาก QuestionDataType ทำหน้าที่เก็บข้อมูลพื้นฐานของคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)

Attributes:

- correctAns: คำตอบที่ถูกต้อง
- choice: ตัวเลือก
- choiceFB: ความคิดเห็นสำหรับตัวเลือกแต่ละข้อ

4. MPIDDataType เป็นคลาสที่สืบทอดมาจาก QuestionDataType ทำหน้าที่เก็บข้อมูลพื้นฐานของคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)

Attributes:

- correctAns: คำตอบที่ถูกต้อง
- imagePath: สถานที่เก็บรูปภาพ และชื่อรูปภาพ
- altText: คำอธิบายรูปภาพ
- choiceFB: ความคิดเห็นสำหรับตัวเลือกแต่ละข้อ

5. MPCDataType เป็นคลาสที่สืบทอดมาจาก QuestionDataType ทำหน้าที่เก็บข้อมูลพื้นฐานของคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)

Attributes:

- choice: ตัวเลือก
- isCorrect: ตัวเลือกเป็นคำตอบที่ถูกต้อง (true) หรือผิด (false)

6. FIBTDataType เป็นคลาสที่สืบทอดมาจาก QuestionDataType ทำหน้าที่เก็บข้อมูลพื้นฐานของคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)

Attributes:

- correctAns: คำตอบที่ถูกต้อง

7. FIBIDDataType เป็นคลาสที่สืบทอดมาจาก QuestionDataType ทำหน้าที่เก็บข้อมูลพื้นฐานของคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)

Attributes:

- isRange: คำตอบที่ถูกต้องให้อยู่ในช่วง (true) หรือให้ตรงกับเฉลย (false)
- correctAnsFrom: คำตอบที่ถูกต้องจาก
- correctAnsTo: คำตอบที่ถูกต้องถึง (มีเฉพาะกรณีที่คำตอบที่ถูกต้องให้อยู่ในช่วงได้ หรือ isRange = true)

8. FIBDDDataType เป็นคลาสที่สืบทอดมาจาก QuestionDataType ทำหน้าที่เก็บข้อมูลพื้นฐานของคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

Attributes:

- isRange: คำตอบที่ถูกต้องให้อยู่ในช่วง (true) หรือให้ตรงกับเฉลย (false)
- correctAnsFrom: คำตอบที่ถูกต้องจาก
- correctAnsTo: คำตอบที่ถูกต้องถึง (มีเฉพาะกรณีที่คำตอบที่ถูกต้องให้อยู่ในช่วงได้ หรือ isRange = true)

9. QuestionMaker เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอหลักของเครื่องมือต้นแบบ

Attributes:

- data: ข้อมูลของคำถามทั้งหมด
- type: ประเภทของคำถามแต่ละข้อ
- quesNo: จำนวนคำถาม
- isEdit: สร้าง (false) หรือแก้ไข (true) ข้อมูลของคำถาม
- selectedIndex: คำถามที่ถูกเลือกอยู่ ณ ขณะนั้น
- fileName: สถานที่เก็บไฟล์ และชื่อไฟล์
- folderName: สถานที่เก็บแฟ้ม และชื่อแฟ้ม
- resourceName: สถานที่เก็บแฟ้มที่รวบรวมรูปภาพ และชื่อแฟ้มที่รวบรวมรูปภาพ

- displayQuestion: คลาส DisplayQuestion
- imgArray: ก่อสร้างสำหรับวางรูปภาพบนหน้าจอ
- loc: ตำแหน่งของรูปภาพบนหน้าจอ

#### Methods:

- QuestionMaker(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- clearAll(): ล้างหน้าจอและส่วนคอนโทรลทั้งหมด
- changeImagePath(): เปลี่ยนสถานที่เก็บรูปภาพให้สอดคล้องกับปัจจุบัน
- openQTIFile(): แสดงหน้าจอ สำหรับค้นหาสถานที่เก็บไฟล์ควิทีโอ
- toProcessQTIFile(): อ่านไฟล์ควิทีโอ และส่งไปแปลงให้เป็นข้อมูลของคำถาม
- generateHTMLFile(): ส่งข้อมูลของคำถามไปแปลงเป็นไฟล์เอชทีเอ็มแอลให้สอดคล้องตามแนวทางดับเบิลยูซีเอช พร้อมทั้งสร้างส่วนของคำสั่ง
- saveImage(): บันทึกรูปภาพลงในแฟ้มตาม resourceName
- receiveTFData(): รับข้อมูลคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)
- receiveMPTData(): รับข้อมูลคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)
- receiveMPIDData(): รับข้อมูลคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)
- receiveMPCData(): รับข้อมูลคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)
- receiveFIBTData(): รับข้อมูลคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)
- receiveFIBIDData(): รับข้อมูลคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)
- receiveFIBDDData(): รับข้อมูลคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)
- displayImage(): กำหนดตำแหน่งของรูปภาพแต่ละรูปบนหน้าจอ
- getCorrectType(): รับประเภทของคำถาม สำหรับคำถามที่นำเข้ามาแล้วยังไม่สามารถระบุประเภทของคำถามได้
- openQuestionForm(): เลือกเปิดหน้าจอตามประเภทของคำถามที่ถูกเลือกอยู่หรือต้องการสร้าง
- sortEachType(): จัดเรียงคำถามตามประเภทของคำถาม

10. TFForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับสร้างหรือแก้ไขคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)

Attributes:

- quesMaker: คลาส QuestionMaker
- tfData: ข้อมูลของคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)

Methods:

- TFForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มมาเก็บลงใน tfData

11. MPTForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับสร้างหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบ ได้ข้อเดียว (ข้อความ)

Attributes:

- quesMaker: คลาส QuestionMaker
- mptData: ข้อมูลของคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)

Methods:

- MPTForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มมาเก็บลงใน mptData
- receiveChoice(): รับค่าจากหน้าฟอร์ม MPTEditChoiceForm

12. MPTEditChoiceForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับแก้ไขข้อมูลของตัวเลือกให้ MPTForm

Attributes:

- MPTForm: คลาส MPTForm

Methods:

- MPTEditChoiceForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มส่งไปยังฟอร์ม MPTForm

13. MPIForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับสร้างหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบ ได้ข้อเดียว (รูปภาพ)

Attributes:

- quesMaker: คลาส QuestionMaker
- mpiData: ข้อมูลของคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)

Methods:

- MPIForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร

- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มมาเก็บลงใน mpiData
- openImage(): เปิดฟอร์มสำหรับเลือกรูปภาพที่จะนำมาเป็นตัวเลือก
- receiveChoice(): รับค่าจากหน้าฟอร์ม MPIEditChoiceForm

14. MPIEditChoiceForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับแก้ไขข้อมูลของตัวเลือกให้

MPIForm

Attributes:

- MPIForm: คลาส MPIForm

Methods:

- MPIEditChoiceForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มส่งไปยังฟอร์ม MPIForm
- openImage(): เปิดฟอร์มสำหรับเลือกรูปภาพที่จะนำมาเป็นตัวเลือก

15. MPCForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับสร้างหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)

Attributes:

- quesMaker: คลาส QuestionMaker
- mpcData: ข้อมูลของคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)

Methods:

- MPCForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มมาเก็บลงใน mpcData
- receiveChoice(): รับค่าจากหน้าฟอร์ม MPCEditChoiceForm

16. MPCEditChoiceForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับแก้ไขข้อมูลของตัวเลือกให้

MPTForm

Attributes:

- MPCForm: คลาส MPCForm

Methods:

- MPCEditChoiceForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มส่งไปยังฟอร์ม MPCForm

17. FIBTForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับสร้างหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)

Attributes:

- quesMaker: คลาส QuestionMaker



- fibtData: ข้อมูลของคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)

Methods:

- FIBTForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มมาเก็บลงใน fibtData

18. FIBIForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับสร้างหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)

Attributes:

- quesMaker: คลาส QuestionMaker
- fibiData: ข้อมูลของคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)

Methods:

- FIBIForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มมาเก็บลงใน fibiData

19. FIBDForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับสร้างหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

Attributes:

- quesMaker: คลาส QuestionMaker
- fibdData: ข้อมูลของคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

Methods:

- FIBDForm(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- getData(): รับค่าจากหน้าฟอร์มมาเก็บลงใน fibdData

20. CorrectTypeForm เป็นคลาสที่แสดงหน้าจอ สำหรับเลือกประเภทของคำถาม กรณีที่คำถามที่นำเข้ามาไม่สามารถระบุประเภทได้

Attributes:

- quesMaker: คลาส QuestionMaker

Methods:

- CorrectType(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร

21. Serialize เป็นคลาสที่ถ่ายทอดมาจากคลาส ISerializable ทำหน้าที่แปลงข้อมูลของคำถามให้อยู่ในรูปแบบไบนารี หรือแปลงจากไบนารีกลับมาเป็นข้อมูลของคำถาม

Attributes:

- data: ข้อมูลของคำถามทั้งหมด
- type: ประเภทของคำถามแต่ละข้อ

## Methods:

- Serialize(): กำหนดค่าให้ data และ type
- GetObjectData(): ส่ง data และ type ไปแปลง
- FromBinaryToFile(): แปลงไบนารีจากไฟล์คิวคิวเอ็มเป็นข้อมูลของคำถาม
- ToBinaryFile(): แปลงข้อมูลของคำถามเป็นไบนารีลงไฟล์คิวคิวเอ็ม

22. DisplayQuestion เป็นคลาสที่จัดการการแสดงผลคำถามออกที่หน้าจอหลัก

## Methods:

- displayQuestion(): แสดงรายการคำถามทางด้านซ้ายบนหน้าจอหลัก
- displayTF(): แสดงคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)
- displayMPT(): แสดงคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)
- displayMPI(): แสดงคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)
- displayMPC(): แสดงคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)
- displayFIBT(): แสดงคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)
- displayFIBI(): แสดงคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)
- displayFIBT(): แสดงคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

23. GenerateQTIFile เป็นคลาสที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลของคำถามให้อยู่ในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มแอล ตามข้อกำหนดคิวทีไอ

## Attributes:

- data: ข้อมูลของคำถามทั้งหมด
- type: ประเภทของคำถามแต่ละข้อ
- quesNo: จำนวนคำถาม
- writer: ข้อมูลที่แปลงแล้ว

## Methods:

- GenerateQTIFile(): รับข้อมูลของคำถามและประเภทของคำถาม
- generateQTIO(): สร้างไฟล์ภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ
- doWrite(): เขียนข้อความลงไฟล์
- writeTF(): เขียนคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) เป็นภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ
- writeMPT(): เขียนคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) เป็นภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ

- writeMPI(): เขียนคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) เป็นภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ
- writeMPC(): เขียนคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) เป็นภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ
- writeFIBT(): เขียนคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) เป็นภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ
- writeFIBI(): เขียนคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) เป็นภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ
- writeFIBD(): เขียนคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) เป็นภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวทีไอ

24. ProcessQTIFile เป็นคลาสที่ทำหน้าที่แปลงคำถามที่อยู่ในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มแอลตามข้อกำหนดคิวทีไอ ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลของคำถามที่ใช้งานในเครื่องมือต้นแบบได้

Attributes:

- datatype: เก็บ data และ type
- data: ข้อมูลของคำถามทั้งหมด
- type: ประเภทของคำถามแต่ละข้อ
- quesNo: จำนวนคำถาม
- path: สถานที่เก็บไฟล์คิวทีไอ

Methods:

- ProcessQTIFile(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- processXML(): แปลงไฟล์ภาษาเอกซ์เอ็มแอลให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลของคำถามที่ใช้งานได้กับเครื่องมือต้นแบบ โดยยึดหลักการแปลงตามข้อกำหนดคิวทีไอ
- seperateType(): ระบุประเภทของคำถาม
- presentationLID(): แปลงส่วนของคำถามและตัวเลือก สำหรับคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) เลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) เลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) และเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)
- presentationStr(): แปลงส่วนของคำถามและความยาวของคำตอบ สำหรับคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)

- presentationNum(): แปลงส่วนของคำถามและความยาวของคำตอบ สำหรับคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) และเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)
- resprocessingLID(): แปลงส่วนคำตอบที่ถูกต้องและคะแนน สำหรับคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) เลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) เลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) และเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)
- resprocessingStr(): แปลงส่วนคำตอบที่ถูกต้องและคะแนน สำหรับคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)
- resprocessingNum(): แปลงส่วนคำตอบที่ถูกต้องและคะแนน สำหรับคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) และเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)
- itemfeedback(): แปลงส่วนความคิดเห็นจากระบบ

25. GenerateHTMLFile เป็นคลาสที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลของคำถามให้อยู่ในรูปแบบภาษาเอชทีเอ็มแอล ตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี

Attributes:

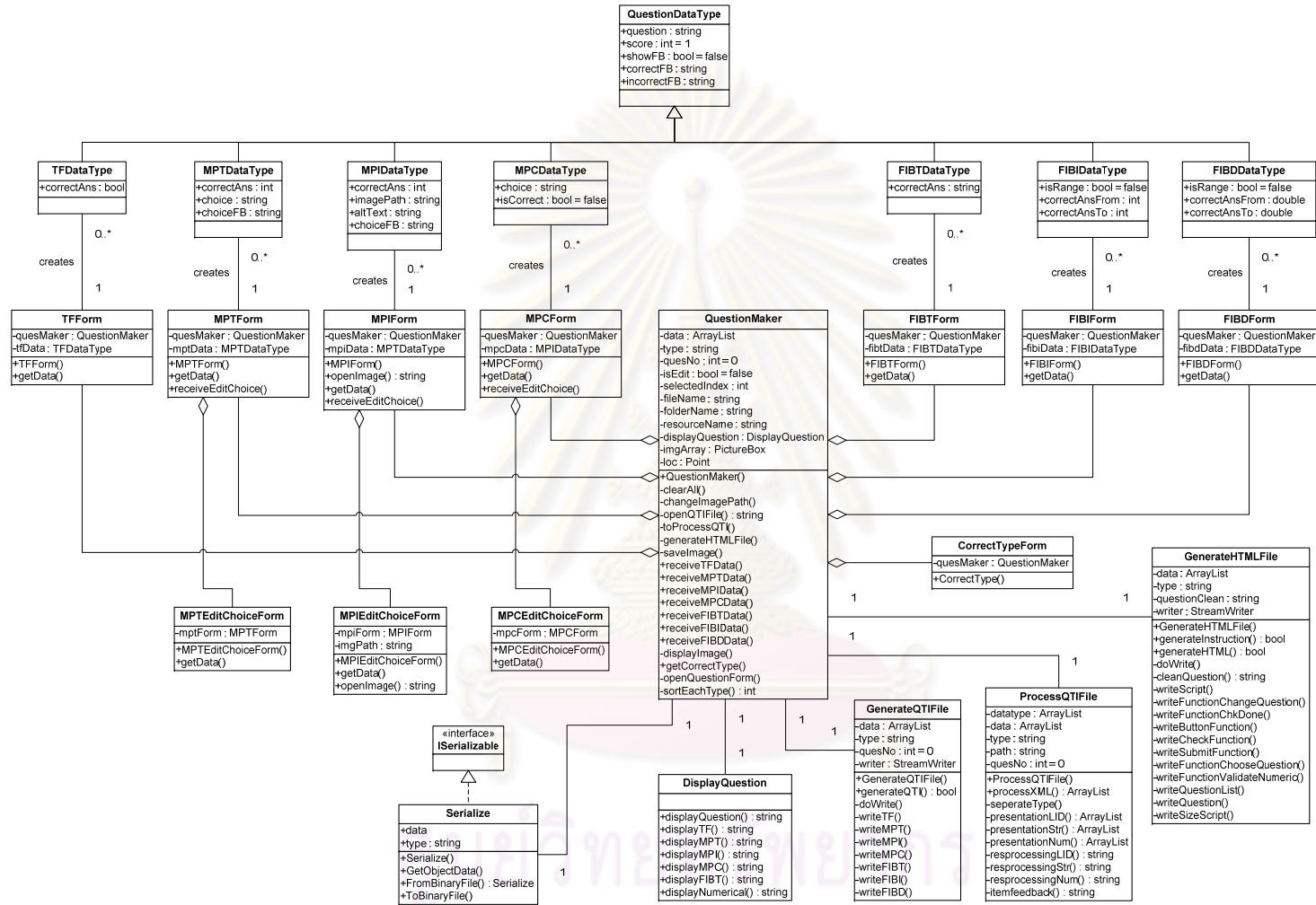
- data: ข้อมูลของคำถามทั้งหมด
- type: ประเภทของคำถามแต่ละข้อ
- questionClean: จำนวนคำถาม
- writer: ข้อมูลที่แปลงแล้ว

Methods:

- GenerateHTMLFile(): กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปร
- generateInstruction(): สร้างไฟล์คำสั่ง
- generateHTML (): สร้างไฟล์ภาษาเอชทีเอ็มแอลที่สอดคล้องกับแนวทางดับเบิลยูซีเอจี
- doWrite(): เขียนข้อความลงไฟล์
- cleanQuestion(): ตรวจสอบสัญลักษณ์ต่างๆ ในภาษาซีชาร์ป และแปลงให้เป็นภาษาเอชทีเอ็มแอล
- writeScript(): สร้างส่วนที่เป็นจาวาสคริปต์
- writeFunctionChangeQuestion(): สร้างฟังก์ชันภาษาจาวาสคริปต์ สำหรับเปลี่ยนคำถาม

- writeFunctionChkDone(): สร้างฟังก์ชันภาษาจาวาสคริปต์ สำหรับเก็บข้อมูลการตอบคำถามว่าข้อใดบ้างที่ผู้ใช้งานตอบไปแล้ว และเก็บคำตอบข้อที่ผู้ใช้งานตอบไปแล้ว
- writeButtonFunction(): สร้างฟังก์ชันภาษาจาวาสคริปต์ สำหรับควบคุมปุ่มต่างๆ บนหน้าเว็บ
- writeCheckFunction(): สร้างฟังก์ชันภาษาจาวาสคริปต์ สำหรับค้นหาคำถามทั้งหมดที่ผู้ใช้งานได้ตอบไปแล้ว และสร้างโค้ดภาษาเอชทีเอ็มแอล แสดงคำถามและคำตอบที่ค้นหาได้
- writeSubmitFunction(): สร้างฟังก์ชันภาษาจาวาสคริปต์ สำหรับควบคุมการทำงานของปุ่ม “Submit”
- writeFunctionChooesQuestion(): สร้างฟังก์ชันภาษาจาวาสคริปต์ สำหรับเลือกคำถามที่ต้องการทำ
- writeFunctionValidateNumeric(): สร้างฟังก์ชันภาษาจาวาสคริปต์ สำหรับตรวจสอบให้กรอกได้เฉพาะตัวเลข (หรือทศนิยมในกรณีที่เป็นคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม))
- writeQuestionList(): สร้างภาษาเอชทีเอ็มแอลให้แสดงรายการคำถามทั้งหมด
- writeQuestion(): สร้างภาษาเอชทีเอ็มแอลให้แสดงข้อมูลของคำถามแต่ละข้อ
- writeSizeScript(): สร้างฟังก์ชันภาษาจาวาสคริปต์ สำหรับควบคุมขนาดของหน้าเว็บ





รูปที่ 4. 40 แผนภาพคลาส

## บทที่ 5

### การพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ เพื่อใช้ในการส่งออกคำถามให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าถึงได้และนำเสนอแก่ผู้พิการทางการเห็น โดยเรื่องที่จะกล่าวถึง ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ และโครงสร้างของเครื่องมือต้นแบบ

#### 5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือด้านฮาร์ดแวร์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา (Laptop) 1 เครื่อง
2. หน่วยประมวลผล Intel Core 2 Duo ความเร็ว 2.13 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz)
3. หน่วยความจำ DDR 3 ขนาด 4 กิกะไบต์ (GB)

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือด้านซอฟต์แวร์

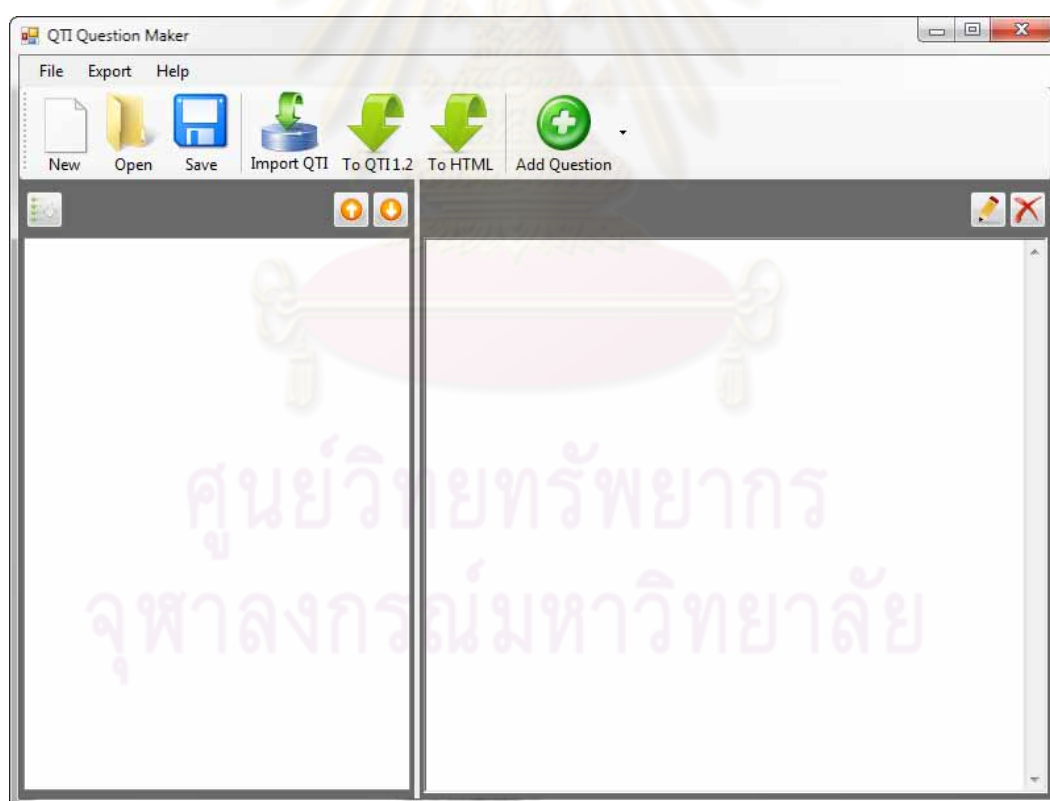
1. ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซเวน (Microsoft Windows 7)
2. ไมโครซอฟท์วิสซวลสตูดิโอ ซีชาร์ปคอตเน็ต 2008 (Microsoft Visual Studio C#.NET 2008) สำหรับพัฒนาเครื่องมือต้นแบบทั้งหมด
3. ไมโครซอฟท์คอตเน็ตเฟรมเวิร์ก (Microsoft .NET Framework) รุ่น 3.5 ขึ้นไป เพื่อใช้สำหรับการทำงานของวิสซวลสตูดิโอ และการทำงาน (Run) ของเครื่องมือต้นแบบ

#### 5.2 ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ

เครื่องมือต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ (รูปที่ 5.1) มีความสามารถในการสร้างคำถามให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าถึงได้และนำเสนอแก่ผู้พิการทางการเห็น โดยเครื่องมือต้นแบบนี้รองรับประเภทคำถามที่ถูกคัดเลือกมาสำหรับผู้พิการทางการเห็นทั้งหมด 7 ประเภท ได้แก่ คำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) และคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือต้นแบบมีทั้งหมด 9 ฟังก์ชัน ดังนี้

1. การสร้างคำถามจากเครื่องมือต้นแบบ
2. การนำเข้าข้อมูลคำถามประเภทต่างๆ
3. การบันทึกข้อมูลของคำถามที่สร้างขึ้นจากเครื่องมือต้นแบบ
4. การเปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกบันทึกโดยเครื่องมือต้นแบบ
5. การแก้ไขข้อมูลของคำถามผ่านเครื่องมือต้นแบบ
6. การส่งออกข้อมูลคำถามผ่านเครื่องมือต้นแบบ ให้อยู่ในรูปแบบที่ตรงตามข้อกำหนด  
คิวทีไอ
7. การส่งออกข้อมูลคำถามผ่านเครื่องมือต้นแบบ ให้อยู่ในรูปแบบตามแนวทางดับเบิลยู  
ซีเอจี
8. การจัดการลำดับของคำถามผ่านเครื่องมือต้นแบบ
9. การเรียงลำดับคำถามตามประเภทของคำถามอัตโนมัติผ่านเครื่องมือต้นแบบ



รูปที่ 5. 1 เครื่องมือต้นแบบ

### 5.3 โครงสร้างของเครื่องมือต้นแบบ

โครงสร้างของเครื่องมือต้นแบบที่พัฒนาขึ้น อธิบายได้ด้วยแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของหน้าจอ ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5. 2 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของหน้าจอ

จากความสัมพันธ์ของหน้าจอต่างๆ ของเครื่องมือต้นแบบ จะเห็นว่าเครื่องมือต้นแบบมีหน้าจอหลักซึ่งสามารถเลือกสร้างหรือแก้ไขคำถามได้ทั้ง 7 ประเภท โดยที่หน้าจอสำหรับสร้างคำถามจะเป็นหน้าจอเดียวกับหน้าจอสำหรับแก้ไขคำถามตามประเภทของคำถาม ต่างกันเพียงหน้าจอสำหรับแก้ไขคำถามจะแสดงข้อมูลของคำถามที่ต้องการแก้ไข แต่หน้าจอสำหรับสร้างคำถามจะไม่มีข้อมูลของคำถามใดๆ นอกจากนี้ยังมีคำถามที่มีตัวเลือกให้เลือกตอบจะมีหน้าจอสำหรับแก้ไขตัวเลือก โดยวิธีการใช้งานเครื่องมือต้นแบบมีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 6

### การทดสอบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนการทดสอบ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนการทดสอบเครื่องมือต้นแบบที่ถูกพัฒนาขึ้น และ 2) ส่วนการทดสอบความเข้าถึงของผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือต้นแบบ เพื่อให้ทราบถึงความถูกต้อง และความครบถ้วนในการทำงานของเครื่องมือพร้อมทั้งทดสอบความเข้าถึงได้ของคำถามที่ได้รับการแปลความและนำเสนอจากเครื่องมือต้นแบบ โดยตรวจสอบด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติเอเช็ทเจอร์ และตรวจสอบโดยผู้ใช้งานจริงซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็น จำนวนทั้งสิ้น 6 คน

#### 6.1 ส่วนการทดสอบเครื่องมือต้นแบบ

ส่วนนี้จะแสดงถึงผลการทดสอบเครื่องมือต้นแบบ โดยจะทำการทดสอบเรื่อง 1) ความครบถ้วน และความถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือ และ 2) การนำเข้าข้อมูล และส่งออกข้อมูลของคำถามทั้ง 7 ประเภทจากเครื่องมือต้นแบบ

##### 6.1.1 การทดสอบความครบถ้วน และความถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือต้นแบบตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ผลการทดสอบความถูกต้อง และครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ
การสร้างคำถามจากเครื่องมือต้นแบบ	ผ่าน
การนำเข้าข้อมูลคำถามประเภทต่างๆ	ผ่าน
การบันทึกข้อมูลของคำถามที่สร้างขึ้นจากเครื่องมือต้นแบบ	ผ่าน
การเปิดข้อมูลของคำถามที่ถูกบันทึกโดยเครื่องมือต้นแบบ	ผ่าน
การแก้ไขข้อมูลของคำถามผ่านเครื่องมือต้นแบบ	ผ่าน



ตารางที่ 6.1 ผลการทดสอบความถูกต้อง และครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมือ (ต่อ)

การส่งออกข้อมูลคำถามผ่านเครื่องมือต้นแบบ ให้อยู่ในรูปแบบที่ตรงตามข้อกำหนดคิวทีไอ	ผ่าน
การส่งออกข้อมูลคำถามผ่านเครื่องมือต้นแบบ ให้อยู่ในรูปแบบที่ตรงตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี	ผ่าน
การจัดการลำดับของคำถามผ่านเครื่องมือต้นแบบ	ผ่าน
การเรียงลำดับคำถามตามประเภทของคำถามอัตโนมัติผ่านเครื่องมือต้นแบบ	ผ่าน

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือต้นแบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง และมีฟังก์ชันการทำงานครบถ้วนตามที่ได้ระบุไว้ในส่วนของการออกแบบเครื่องมือต้นแบบ

#### 6.1.2 การทดสอบการนำเข้า และส่งออกคำถามประเภทต่างๆ

สำหรับการทดสอบการนำเข้าข้อมูลของคำถามประเภทต่าง ๆ นั้น ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการนำเข้าข้อมูลของคำถามที่เลือกไว้ทั้ง 7 ประเภทซึ่งปรากฏอยู่ในข้อกำหนดคิวทีไอผ่านเข้ามาทางเครื่องมือต้นแบบ และทำการตรวจสอบความถูกต้องในการแปลความหมายข้อมูลคำถามจากเครื่องมือต้นแบบว่ามีข้อมูลตรงกับคำถามต้นฉบับที่ถูกนำเข้ามา และทำการส่งออกคำถามเหล่านั้นในรูปแบบที่ตรงตามข้อกำหนดคิวทีไอ และแนวทางดับเบิลยูซีเอจี โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบการนำเข้าข้อมูล และส่งออกข้อมูลของคำถามทั้ง 7 ประเภท

ชื่อแฟ้มข้อมูลนำเข้า	รายละเอียดของแฟ้มข้อมูล	ผลการทดสอบ
trfl_i_001.xml	คำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) แบบไม่มีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง	ผ่าน
trfl_ir_001a.xml	คำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) แบบมีการเฉลยคำตอบ	ผ่าน
mchc_i_001.xml	คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) แบบไม่มีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง	ผ่าน

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบการนำเข้าข้อมูล และส่งออกข้อมูลของคำถามทั้ง 7 ประเภท (ต่อ)

ชื่อเพิ่มข้อมูลนำเข้า	รายละเอียดของเพิ่มข้อมูล	ผลการทดสอบ
mchc_ir_001.xml	คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) แบบมีการเฉลยคำตอบ	ผ่าน
mchc_i_002.xml	คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) แบบไม่มีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง	ผ่าน
mchc_ir_002.xml	คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) แบบมีการเฉลยคำตอบ	ผ่าน
mrsp_i_001.xml	คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) แบบไม่มีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง	ผ่าน
mrsp_ir_001.xml	คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) แบบมีการเฉลยคำตอบ	ผ่าน
fibs_i_001.xml	คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) แบบไม่มีการเฉลยคำตอบ	ผ่าน
fibs_ir_001.xml	คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) แบบมีการเฉลยคำตอบ	ผ่าน
fibn_i_001.xml	คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) แบบไม่มีการเฉลยคำตอบ	ผ่าน
fibn_ir_001.xml	คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) แบบมีการเฉลยคำตอบ	ผ่าน
fibi_i_001.xml	คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) แบบไม่มีการเฉลยคำตอบ	ผ่าน

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบการนำเข้าสู่ข้อมูล และส่งออกข้อมูลของคำถามทั้ง 7 ประเภท (ต่อ)

ชื่อเพิ่มข้อมูลนำเข้า	รายละเอียดของเพิ่มข้อมูล	ผลการทดสอบ
fibi_ir_001.xml	คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) แบบมีกร เฉลยคำตอบ	ผ่าน
mixd_imr_101.xml	คำถามหลายประเภทในหนึ่งไฟล์ข้อมูล	ผ่าน (เฉพาะคำถาม ในขอบเขตทั้ง 7 ประเภท)

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือต้นแบบสามารถนำเข้าคำถามและแปลความหมายข้อมูลคำถาม รวมถึงการส่งออกคำถามให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง ตรงกับคำถามต้นฉบับครบทั้ง 7 ประเภทตามที่ได้เลือกไว้ตั้งขึ้นต้น

## 6.2 ส่วนการทดสอบความเข้าถึงได้ของผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือต้นแบบ

ส่วนนี้จะแสดงถึงผลการทดสอบของการตรวจสอบความเข้าถึงได้ของผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือต้นแบบ โดยจะทำการทดสอบเรื่อง 1) ความเข้าถึงได้จากวิธีการแปลความของเครื่องมือต้นแบบ ด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติเอเช็คเกอร์ และ 2) ความเข้าถึงได้จากวิธีการแปลความของเครื่องมือต้นแบบ โดยผู้พิการทางการเห็น

### 6.2.1 การทดสอบความเข้าถึงได้จากวิธีการแปลความของเครื่องมือต้นแบบ ด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติเอเช็คเกอร์

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความเข้าถึงได้ของคำถามที่นำเสนอแก่ผู้ใช้งานซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็น โดยมีวิธีการทดสอบคือนำคำถามแต่ละประเภทที่ได้รับการแปลความจากเครื่องมือต้นแบบไปตรวจสอบด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติเอเช็คเกอร์ โดยยึดแนวทางในการสร้างเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ฉบับ 2.0 ที่ระดับดับเบิลเอ (WCAG 2.0 (Level AA)) เป็นเกณฑ์ในการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ผลการทดสอบความเข้าถึงได้ด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติ

ชื่อเพิ่มข้อมูลนำเข้า	ผลการทดสอบที่ได้จากโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติ		
	Known problems	Likely problems	Potential problems
trfl_i_001.xml	0	0	50
trfl_ir_001a.xml	0	0	50
mchc_i_001.xml	0	0	62
mchc_ir_001.xml	0	0	62
mchc_i_002.xml	0	0	86
mchc_ir_002.xml	0	0	86
mrsp_i_001.xml	0	0	66
mrsp_ir_001.xml	0	0	66
fibs_i_001.xml	0	0	46
fibs_ir_001.xml	0	0	46
fibn_i_001.xml	0	0	46
fibn_ir_001.xml	0	0	46
fibi_i_001.xml	0	0	46
fibi_ir_001.xml	0	0	46
mixd_imr_101.xml	0	0	104

จากผลการทดสอบความเข้าถึงได้ด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติ แสดงให้เห็นว่าไม่พบปัญหาที่ชัดเจนอันก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการเข้าถึงได้ของผู้ใช้งาน (Known problems) และไม่พบปัญหาที่อาจก่อให้เกิดอุปสรรค (Likely problems) แต่สำหรับจำนวนปัญหาที่โปรแกรมตรวจสอบ

อัตโนมัติไม่สามารถตรวจสอบได้นั้น (Potential problems) ต้องอาศัยการตรวจสอบจากผู้วิจัย ซึ่งสามารถรวบรวม และจัดกลุ่มได้ดังแสดงอยู่ในภาคผนวก ก

#### 6.2.2 การทดสอบความเข้าถึงได้จากวิธีการแปลความของเครื่องมือต้นแบบ โดยผู้พิจารณา ทางการเห็น

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความเข้าถึงได้ของคำถามที่ได้จากการแปลความ และนำเสนอจากเครื่องมือต้นแบบ ภายใต้สมมติฐานว่าผู้ใช้งานซึ่งเป็นผู้พิจารณาทางการเห็น สามารถใช้งานโปรแกรมอ่านหน้าจอเอนวิติเอในการเข้าถึงคำถามและใช้งานได้ แต่ต้องใช้เวลาเล็กน้อยเพื่อศึกษาโครงสร้างของคำถามที่นำเสนอและการใช้ประโยชน์จากฟังก์ชันที่ถูกเพิ่มเติมเข้าไป โดยวิธีการทดสอบคือการนำคำถามที่ถูกสร้างจากเครื่องมือต้นแบบจำนวน 20 ข้อ ที่มีประเภทคำถามครบทั้ง 7 ประเภท ดังแสดงในภาคผนวก ง ให้ผู้ใช้งานซึ่งเป็นผู้พิจารณาทางการเห็นทำจนครบทุกข้อ จากนั้นสัมภาษณ์ผู้ทดสอบเกี่ยวกับความเข้าถึงได้ โดยมีสภาพแวดล้อม และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบดังนี้

เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา (Laptop) 1 เครื่อง สำหรับการใช้งาน

1. หน่วยประมวลผล Intel Core 2 Duo ความเร็ว 2.13 กิกะเฮิรตซ์ (GHz)
2. หน่วยความจำ DDR 3 ขนาด 4 กิกะไบต์ (GB)

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซเวน (Microsoft Windows 7)
2. โปรแกรมอ่านหน้าจอเอนวิติเอ เวอร์ชัน 2010.1
3. โปรแกรมอินเทอร์เน็ตเอ็กพลอเรอร์ (Internet Explorer) เวอร์ชัน 8.0
4. หูฟังสำหรับการรับฟังเสียงจากโปรแกรมอ่านหน้าจอ

ในการทดสอบ ผู้ทดสอบแต่ละคนใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 20 – 30 นาที และสิ่งที่สังเกตได้ขณะทำการทดสอบของทุกคนคือ เมื่อเริ่มทำแบบทดสอบผู้ทดสอบจะยังไม่คุ้นเคยกับโครงสร้างคำถามในรูปแบบที่นำเสนอ แต่เมื่อผู้ทดสอบเริ่มใช้งานหรือเนวิเกตไปตามโครงสร้างของรูปแบบคำถามที่นำเสนอเป็นระยะเวลาหนึ่ง จะเริ่มเกิดความคุ้นเคยกับโครงสร้างของคำถามที่นำเสนอ และฟังก์ชันที่เตรียมไว้ จึงทำให้สามารถใช้งานได้คล่องแคล่ว โดยผลจากการทดสอบของทุกคนคือ ทุกคนสามารถเข้าถึงเนื้อหาต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน

รายละเอียดของผู้ทดสอบ และผลจากการทดสอบของผู้ทดสอบแต่ละคน แสดงอยู่ในตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 รายละเอียดของผู้ทดสอบ

ผู้ทดสอบ ลำดับที่	เพศ / อายุ	ความพิการ	ระดับการศึกษา	ประสบการณ์การใช้งาน โปรแกรมอ่านหน้าจอ (ปี)	เวลาการใช้งาน (ชม./ วัน)	ประสบการณ์ การทำแบบทดสอบบนเว็บ
1	ชาย / 26	ตาบอดสนิท (ตั้งแต่กำเนิด)	ปริญญาโท	12	5	ใช้เป็นครั้งคราว
2	หญิง / 20	เห็นแสงเลือนกลาง (ภายหลังกำเนิด)	ปริญญาตรี	9	5	ใช้น้อยมาก
3	ชาย / 24	ตาบอดสนิท (ภายหลังกำเนิด)	ปริญญาตรี	11	10	ใช้น้อย
4	ชาย / 33	เห็นแสงเลือนกลาง (ภายหลังกำเนิด)	ปริญญาเอก	15	5	ใช้เป็นครั้งคราว
5	ชาย / 21	เห็นแสงเลือนกลาง (ภายหลังกำเนิด)	ปริญญาตรี	6	4	ใช้น้อย
6	ชาย / 20	ตาบอดสนิท (ตั้งแต่กำเนิด)	ปริญญาตรี	7	2	ใช้น้อย



## บทที่ 7

### สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุปของงานวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 7.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการใช้ประโยชน์จากข้อกำหนดคิวทีไอ และแนวทางในการสร้างเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ เพื่อใช้ในการนำเสนอคำถามให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถเข้าถึงได้ โดยผู้พิการทางการเห็น โดยมีขั้นตอนคือ เลือกคำถามที่เหมาะสมกับผู้พิการทางการเห็น ที่ถูกเสนอโดยข้อกำหนดคิวทีไอ มาจำนวน 7 ประเภท จาก 20 ประเภท จากนั้นจึงสร้างเครื่องมือต้นแบบเพื่อใช้ในการนำเสนอคำถามทั้ง 7 ประเภทให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถเข้าถึงได้ โดยใช้แนวทางในการสร้างเว็บไซต์ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้มาเป็นแนวทางในการอ้างอิง ภายหลังจากการสร้างเครื่องมือต้นแบบจึงทำการทดสอบความครบถ้วน และความถูกต้องในการทำงานของเครื่องมือ จากนั้นจึงทำการทดสอบความเข้าถึงได้ โดยตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือต้นแบบกับโปรแกรมเอเช็คเกอร์ซึ่งเป็นโปรแกรมอัตโนมัติในการตรวจสอบความเข้าถึงได้ โดยผลการทดสอบพบว่าไม่พบปัญหาอันแน่ชัดซึ่งก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการเข้าถึงได้ของผู้พิการทางการเห็น แต่ยังคงมีปัญหาซึ่งโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติไม่สามารถตรวจสอบได้ โดยปัญหาเหล่านั้นได้ถูกรวบรวมไว้ในภาคผนวก ก

ภายหลังจากการตรวจสอบความเข้าถึงได้ด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกับผู้ใช้งานจริงซึ่งเป็นผู้พิการทางการเห็น โดยผลการทดสอบพบว่าภายหลังจากการทำความเข้าใจกับรูปแบบของคำถามที่งานวิจัยนี้นำเสนอ ผู้ใช้งานทุกคนสามารถใช้งาน และเข้าถึงส่วนต่างๆของคำถามได้อย่างครบถ้วน และจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งานพบว่าฟังก์ชันสำหรับการควบคุมการทำงานที่เตรียมไว้นั้น มีประโยชน์อย่างมากต่อการทำแบบทดสอบ

#### 7.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้แนะนำวิธีการจำแนก และการแสดงรูปแบบคำถามสำหรับผู้พิการทางการเห็นทั้งหมด 7 ประเภท จาก 20 ประเภท จากข้อกำหนดคิวทีไอ ซึ่งขั้นถัดไปอาจใช้วิธีการจำแนกคำถามทั้ง 7 ประเภทนี้ สำหรับการแสดงรูปแบบของคำถามให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานกลุ่มอื่นได้ หรืออาจจะหาวิธีการเพิ่มเติม สำหรับการแปลงคำถามอีก 13 ประเภทที่เหลือให้อยู่ในรูปแบบที่เหมือนกับคำถาม 7 ประเภท เพื่อให้เหมาะสมกับผู้พิการทางการเห็นได้

## รายการอ้างอิง

- [1] IMS GLC: IMS Question & Test Interoperability Specification. [Online] Available from: <http://www.imsglobal.org/question/> [2010, August].
- [2] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. [Online] Available from: <http://www.w3.org/TR/WCAG20/> [2008, February].
- [3] W3C: World Wide Web Consortium - Web Standards.[Online] Available from: <http://www.w3.org/> [2008, February].
- [4] Web Accessibility Initiative (WAI). [Online] Available from: <http://www.w3.org/WAI/> [2008, February].
- [5] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0. [Online] Available from: <http://www.w3.org/TR/WCAG10/> [2008, February].
- [6] Gaigg, M. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0: Overview and Structure. [Online] Available from: <http://www.michaelgaigg.com/blog/2008/12/19/web-content-accessibility-guidelines-wcag-20-overview-and-structure/> [2010, December].
- [7] IDI Web Accessibility Checker : Web Accessibility Checker. [Online] Available from: <http://achecker.ca/checker/index.php/> [2009, March].
- [8] WAVE - Web accessibility evaluation tool. [Online] Available from: <http://wave.webaim.org/> [2009, March].
- [9] Cynthia Says, HiSoftware. [Online] Available from: <http://www.cynthiasays.com/> [2009, March].
- [10] Addy, W. and others. [Online] Available from: <http://watson.addy.com/> [2009, March].
- [11] Garrison, A. What does 'accessibility' mean?. [Online] Available from: <http://watson.addy.com/> [2009, March].
- [12] Freedom Scientific - JAWS for Windows Screen Reading Software. [Online] Available from: <http://www.freedomscientific.com/products/fs/jaws-product-page.asp/> [2009, March].
- [13] SuperNova Access Suite for every visual impairment Product overview. [Online] Available from: <http://www.yourdolphin.com/productdetail.asp?id=1/> [2009, March].

- [14] Windows- eyes. [Online] Available from: <http://www.gwmicro.com/Window-Eyes/> [2009, March].
- [15] NVDA. [Online] Available from: <http://www.nvda-project.org/> [2009, March].
- [16] Galitz, W.O. 2002. The Essential Guide to User Interface Design. New York: John Wiley & Sons, Incorporated.
- [17] Tidwell, J. 2005. Designing Interface. O'Reilly Media, Incorporated.
- [18] Leporini, B., Andronico, P. and Buzzi, M. 2004. Designing Search Engine User Interfaces for the visually impaired, In ACM International Conference Proceeding Series. Vol. 63.
- [19] Baguma, R., Lubega, J. T. 2008. A Web Design Framework for Improved Accessibility for People with Disabilities (WDFAD). In 17th International World Wide Web Conference.
- [20] Watanabe, T. 2007. Experimental evaluation of usability and accessibility of heading elements. In Proceedings of the international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A07), (Banff, Canada, May 2007).
- [21] Han, S., Kim, J., Lee, Y., Cha, J., and Choi, B. 2010. disnEditor: A browser extension for QTI-compliant assessment item authoring. In Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2010) (Sousse, Tunisia, July 5-7, 2010).
- [22] Chang, H., Liu, P., Shih, T. K., and Chen, Y. 2008. Developing QTI Compliant Assessment Platform on Digital TV. In Proceedings of the 2008 IEEE International.
- [23] Zualkernan, I. A., Ghanam, Y. A., Shoshaa, M. F., and Kalbasi, A. S. 2007. An Architecture for Dynamic Generation of QTI 2.1 Assessments for Mobile Devices Using Flash Lite. In Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007) (Niigata, Japan, July 18-20, 2007).
- [24] Zhang, P., Wills, G. B., and Gilbert, L. 2010. IMS QTIEngine on Android to Support mMobile Learning and Assessment. In Proceedings of the 2010 International Computer Assisted Assessment (CAA) Conference (Southampton, UK, July 20-21, 2010).

- [25] Martínez-Ortiz, I., Moreno-Ger, P., and Sierra, J. L. 2006. <e-QTI>: a Reusable Assessment Engine. In Proceedings of 5th International Conference on Webbased Learning Penang Malaysia Lecture Notes in Computer Science (Vol. 4181, pp. 134-145).
- [26] <e-Aula> project Prototype. [Online] Available from: <http://eaula.sip.ucm.es/> [2009, March].
- [27] SAKAI Project. [Online] Available from: <http://www.sakai.org/> [2009, March].



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก

## แนวทางในการสร้างเว็บไซต์ที่สามารถเข้าถึงได้ หรือ ดับเบิลยูซีเอจี (WCAG: Web Content Accessibility Guidelines)

ดับเบิลยูซีเอจี ฉบับ 2 [2] เป็นแนวทางในการสร้างเนื้อหาภายในเว็บไซต์เพื่อให้สามารถเข้าถึงได้ โดยประกอบด้วยหลักการใหญ่ 4 ข้อ ได้แก่ การรับรู้ได้ (Perceivable) การใช้งานได้ (Operable) การเข้าใจได้ (Understandable) และ การรองรับกับเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันและอนาคตได้ (Robust) ภายใต้อะกักรใหญ่จะประกอบไปด้วยแนวทางทั้งหมด 12 ข้อ ซึ่งบอกถึงเป้าหมายขั้นพื้นฐานสำหรับการสร้างเนื้อหาให้เข้าถึงได้ โดยแต่ละแนวทางก็จะประกอบไปด้วยเกณฑ์ความสำเร็จ (Success Criteria) รวมทั้งหมด 61 ข้อ โดยเกณฑ์แต่ละข้อจะมีระดับความสำคัญต่างกัน ได้แก่ ระดับ A ระดับ AA และระดับ AAA การที่จะทำให้เนื้อหาภายในเว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้ อย่างน้อยผู้สร้างเว็บไซต์ต้องปฏิบัติตามเกณฑ์ที่ระดับ A ทุกข้อ โดยรายละเอียดของหลักการของดับเบิลยูซีเอจี แสดงในตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 หลักการของดับเบิลยูซีเอจี

หลักการที่ 1 การรับรู้ได้ ผู้ใช้ต้องสามารถรับรู้ข้อมูลและส่วนประกอบของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ได้	
แนวทางที่ 1.1 จัดเตรียมทางเลือกที่เป็นตัวอักษรสำหรับเนื้อหาที่ไม่ใช่ตัวอักษร เช่น รูปภาพ	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด
1.1.1	<p>ทุกเนื้อหาที่ไม่ใช่ตัวอักษร ต้องมีทางเลือกที่เป็นตัวอักษรในการนำเสนอให้แก่ผู้ใช้งาน โดยไม่สูญเสียใจความไป ยกเว้นกรณีดังนี้ (ระดับ A)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปุ่มควบคุมต่างๆ จำเป็นต้องมีชื่อเพื่ออธิบายวัตถุประสงค์</li> <li>- สื่อที่ขึ้นต่อเวลาต่างๆ จำเป็นต้องมีทางเลือกอื่นๆ</li> <li>- แบบทดสอบต่างๆ ถ้าไม่สามารถที่จะแปลงจากเนื้อหาที่ไม่ใช่ตัวอักษรไปเป็นตัวอักษรได้ จำเป็นต้องมีทางเลือกที่เป็นตัวอักษรที่อธิบายเนื้อหานั้น</li> <li>- แคปช่า (Captcha) จำเป็นต้องมีทางเลือกที่เป็นตัวอักษร และอธิบายวัตถุประสงค์</li> <li>- การตกแต่ง หรือการจัดรูปแบบ หรือสิ่งที่มองไม่เห็น</li> </ul>



แนวทางที่ 1.2 จัดหาทางเลือกสำหรับสื่อที่ขึ้นต่อเวลา	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด
1.2.1	จัดเตรียมทางเลือกสำหรับสื่อที่มีลักษณะเป็นเสียงหรือภาพเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว เพื่อแสดงข้อมูลที่นำเสนอโดยสื่อประเภทนี้ โดยอาจเป็นตัวอักษรหรือเสียง (ระดับ A)
1.2.2	จัดเตรียมคำบรรยาย (Captions) สำหรับสื่อที่มีลักษณะเป็นเสียงอย่างเดียวซึ่งถูกบันทึกไว้ล่วงหน้า (Prerecorded audio) ยกเว้นสื่อที่นั้นถูกใช้เป็นทางเลือกสำหรับเนื้อหาที่เป็นข้อความตัวอักษร (ระดับ A)
1.2.3	จัดเตรียมคำบรรยายเพิ่มเติม หรือสื่อที่เป็นทางเลือกอื่นสำหรับสื่อที่เป็นเสียงที่มีการบันทึกไว้ล่วงหน้าในกรณีที่คำบรรยายนั้นไม่เพียงพอต่อความเข้าใจของผู้ใช้งาน (ระดับ A)
1.2.4	จัดเตรียมคำบรรยายสำหรับการกระจายเสียงที่เป็นการถ่ายทอดสด (Live audio) (ระดับ AA)
1.2.5	จัดเตรียมคำบรรยายเสียงเพิ่มเติมสำหรับสื่อในกรณีที่คำบรรยายนั้นไม่เพียงพอต่อความเข้าใจของผู้ใช้งาน (ระดับ AA)
1.2.6	จัดเตรียมภาษาสัญลักษณ์ไว้สำหรับทุกสื่อที่มีเนื้อหาหลักเป็นเสียงซึ่งถูกบันทึกไว้ล่วงหน้า (ระดับ AAA)
1.2.7	จัดเตรียมส่วนขยายของคำบรรยายที่เป็นเสียงสำหรับทุกๆ สื่อวิดีโอที่มีการบันทึกไว้ล่วงหน้าเมื่อคำบรรยายที่เป็นเสียงที่ใช้อธิบายคำบรรยายหลักยังคงไม่สามารถสื่อถึงความหมายของวิดีโอได้ (ระดับ AAA)
1.2.8	จัดเตรียมสื่อที่เป็นทางเลือกอื่นสำหรับทุกๆ สื่อที่เป็นแบบภาพเคลื่อนไหวเท่านั้นที่มีการบันทึกไว้ล่วงหน้า (Prerecorded video-only media) (ระดับ AAA)
1.2.9	จัดเตรียมสื่อที่เป็นทางเลือกเพื่อนำเสนอข้อมูลสำหรับการกระจายเสียงสด (audio live) (ระดับ AAA)

แนวทางที่ 1.3 สร้างเนื้อหาซึ่งสามารถนำเสนอได้หลายๆ รูปแบบโดยไม่สูญเสียใจความไป	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด
1.3.1	ข้อมูล โครงสร้าง และความสัมพันธ์ของข้อมูล ที่นำมาแสดงต้องสามารถที่จะตัดสินหรือตีความได้โดยการใช้โปรแกรม หรือจะต้องมีข้อความตัวอักษรเตรียมไว้ (ระดับ A)
1.3.2	เมื่อลำดับของเนื้อหาที่นำมาแสดงมีผลต่อความหมายของมัน ลำดับการอ่านที่ถูกต้องจะต้องสามารถตัดสินหรือตีความได้โดยการใช้โปรแกรม (ระดับ A)
1.3.3	จัดเตรียมคำแนะนำไว้เพื่อให้เข้าใจ และรู้ถึงการใช้งานเนื้อหา โดยที่สิ่งที่ไม่พึงพาลักษณะเฉพาะของส่วนประกอบที่เกี่ยวกับความรู้สึกเพียงอย่างเดียว เช่น รูปร่าง ขนาด ตำแหน่งการมองเห็น ตำแหน่ง หรือ เสียง (ระดับ A)
แนวทางที่ 1.4 ทำให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็น หรือได้ยินเนื้อหาได้อย่างชัดเจน รวมทั้งแยกแยะระหว่างส่วนที่เป็นพื้นหน้า (Foreground) และพื้นหลัง (Background) ได้อย่างชัดเจน	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด
1.4.1	ไม่ใช่สีเพียงอย่างเดียวในการสื่อถึงความหมายของการนำเสนอข้อมูล และการกระทำ การรับคำตอบ หรือการจำแนกความแตกต่างของส่วนที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น (ระดับ A)
1.4.2	ถ้ามีเสียงใดๆ ที่เล่นโดยอัตโนมัติบนหน้าเว็บเกินกว่า 3 วินาที ต้องมีกลไกสำหรับการหยุดเสียงนั้น หรือกลไกซึ่งใช้ควบคุมระดับของเสียงโดยเป็นอิสระต่อระดับเสียงโดยรวมของระบบ (ระดับ A)
1.4.3	ข้อความตัวอักษรที่นำมาแสดง และรูปภาพซึ่งใช้แทนข้อความตัวอักษรต้องมีอัตราส่วนความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) อย่างน้อย 4.5 ต่อ 1 ยกเว้นกรณีดังนี้ (ระดับ AA) <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวอักษรขนาดใหญ่ มีค่าอัตราส่วนความเปรียบต่าง 3:1</li> <li>- ปุ่มซึ่งไม่สามารถใช้ได้ภายในส่วนต่อประสานกับผู้ใช้</li> <li>- ตราสัญลักษณ์ ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงค่าอัตราส่วนความเปรียบต่าง</li> </ul>

1.4.4	ข้อความที่เป็นตัวอักษรต้องสามารถปรับขนาดให้ใหญ่ขึ้นได้ถึง 200 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีช่วยเหลืออื่นๆ และไม่สูญเสียเนื้อหา (ระดับ AA)
1.4.5	<p>ไม่สมควรใช้รูปภาพที่เป็นตัวอักษรนำเสนอแทนข้อความตัวอักษร ยกเว้นกรณี ดังนี้ (ระดับ AA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถปรับแต่งการนำเสนอของรูปภาพนั้นได้ตามความต้องการของผู้ใช้</li> <li>- เป็นส่วนที่จำเป็นจริงๆ</li> </ul>
1.4.6	<p>ข้อความตัวอักษรที่นำมาแสดง และรูปภาพซึ่งถูกใช้แทนข้อความตัวอักษรต้องมีอัตราส่วนความเปรียบต่างอย่างน้อย 7 ต่อ 1 ยกเว้นกรณีดังนี้ (ระดับ AAA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวอักษรขนาดใหญ่ มีค่าอัตราส่วนความเปรียบต่าง 4.5:1</li> <li>- ปุ่มซึ่งไม่สามารถใช้ได้ภายในส่วนต่อประสานกับผู้ใช้</li> <li>- ตราสัญลักษณ์ ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงค่าอัตราส่วนความเปรียบต่าง</li> </ul>
1.4.7	<p>สำหรับเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นเสียงอย่างเดียวซึ่ง 1) ประกอบด้วยเสียงพูดหลัก อยู่ในพื้นหน้า 2) ไม่ใช่เสียงสำหรับแคพชั่น หรือ สัญลักษณ์ทางการค้า 3) ไม่ใช่เสียงในการร้องเพลงต่างๆ เช่น การแร็ป (Rapping) ต้องปฏิบัติตามข้อดังกล่าวดังต่อไปนี้อย่างน้อยหนึ่งข้อ (ระดับ AAA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่มีเสียงพื้นหลัง</li> <li>- เสียงพื้นหลังต้องสามารถถูกปิดได้</li> <li>- เสียงพื้นหลังต้องมีความเบากว่าเสียงพื้นหน้าอย่างน้อย 20 เดซิเบล</li> </ul>
1.4.8	<p>การนำเสนอในรูปแบบที่ขึ้นต่อการเห็นของกลุ่มของข้อความตัวอักษร ต้องมีกลไกซึ่งมีความสามารถดังต่อไปนี้ (ระดับ AAA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สีของพื้นหน้า และพื้นหลังสามารถกำหนดได้โดยผู้ใช้</li> <li>- ความกว้างไม่เกิน 80 ตัวอักษร</li> <li>- ข้อความตัวอักษรไม่จัดอยู่ให้ชิดขอบซ้ายและขวา</li> <li>- ช่องว่างระหว่างบรรทัดของแต่ละย่อหน้า ควรจะเป็น 1.5 เท่าของช่องว่างบรรทัดภายในย่อหน้าเดียวกัน</li> <li>- ข้อความตัวอักษรต้องสามารถถูกปรับขนาดให้ใหญ่ขึ้นได้ถึง 200 เปอร์เซ็นต์ได้โดยไม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีช่วยเหลืออื่นๆ และไม่จำเป็นต้องเลื่อนแถบสไลด์บาร์ในการอ่านในแนวราบ</li> </ul>

1.4.9	ภาพของข้อความตัวอักษรใช้เพื่อตกแต่งเท่านั้น (ระดับ AAA)
<b>หลักการที่ 2 การใช้งานได้</b>	
<b>องค์ประกอบของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และการท่องไปยังเนื้อหาต้องใช้งานได้</b>	
แนวทางที่ 2.1 ทำให้ทุกฟังก์ชันการใช้งานสามารถใช้เป็นพิมพ์ควบคุมได้	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด
2.1.1	ฟังก์ชันการทำงานของเนื้อหาทั้งหมดสามารถถูกควบคุมได้โดยเป็นพิมพ์ โดยไม่จำกัดถึงช่วงเวลาในการพิมพ์ ยกเว้นกรณีที่ฟังก์ชันนั้นต้องการข้อมูลนำเข้า ซึ่งขึ้นต่อลำดับการทำงานของผู้ใช้
2.1.2	ถ้าโฟกัสของเป็นพิมพ์สามารถถูกเลื่อนไปยังส่วนต่างๆ ของหน้าได้ โฟกัสนั้นต้องถูกเอาออกจากส่วนนั้นๆ ได้โดยการใช้เป็นพิมพ์ และถ้ามีความจำเป็นในการใช้ปุ่มต่างๆ ซึ่งไม่ใช่ปุ่มมาตรฐาน ต้องมีการแนะนำผู้ใช้อีก่อน (กรณีที่มียุติหลายส่วนของหน้า แต่ละส่วนมีกลุ่มของส่วนประกอบที่ถูกโฟกัสได้ โฟกัสนั้นต้องถูกย้ายไปที่ส่วนอื่นๆ ของหน้า) (ระดับ A)
2.1.3	เป็นพิมพ์: ฟังก์ชันการทำงานของเนื้อหาทั้งหมดสามารถถูกควบคุมได้โดยเป็นพิมพ์โดยไม่จำกัดถึงช่วงเวลาในการพิมพ์ (ไม่มีข้อยกเว้น) (ระดับ AAA)
แนวทางที่ 2.2 ให้เวลากับผู้ใช้เพียงพอต่อการอ่านและใช้งานเนื้อหา	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด
2.2.1	<p>สำหรับเวลาในการใช้งานเนื้อหาที่ถูกจำกัดนั้น ต้องปฏิบัติตามข้อดังต่อไปนี้ อย่างน้อยหนึ่งข้อ (ระดับ A)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้ใช้งานสามารถปิดการจำกัดระยะเวลาได้</li> <li>- ผู้ใช้งานสามารถปรับการจำกัดระยะเวลาได้</li> <li>- ผู้ใช้งานต้องได้รับการก่อนจะหมดระยะเวลาในการทำงาน อย่างน้อย 20 วินาที</li> <li>- การจำกัดระยะเวลามีมากกว่า 20 ชั่วโมง</li> </ul>

	- ยกเว้นสำหรับงานที่ระยะเวลาที่มีความจำเป็น เช่น การประมูล
2.2.2	<p>การหยุดชั่วคราว หยุด ช้อน: สำหรับการเคลื่อน การกระพริบ การเลื่อน หรือ การที่ข้อมูลมีการอัปเดตโดยอัตโนมัติ ต้องปฏิบัติตามข้อดังต่อไปนี้ทุกข้อ (ระดับ A)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การเคลื่อน การกระพริบ การเลื่อนของข้อมูลซึ่งเป็นไปโดยอัตโนมัติ และมีระยะเวลาเกินกว่า 5 วินาที และถูกนำเสนอไปพร้อมกับเนื้อหาอื่นๆ ต้องมีกลไกในการทำให้หยุดชั่วคราว หยุด หรือช้อนไว้ นอกเสียจากว่า การเคลื่อนที่ต่างๆดังกล่าวนี้เป็นสิ่งที่จำเป็น และ</li> <li>- การอัปเดตโดยอัตโนมัติของข้อมูลซึ่งเป็นไปโดยอัตโนมัติ และถูกนำเสนอไปพร้อมกับเนื้อหาอื่นๆ ต้องมีกลไกในการทำให้หยุดชั่วคราว หยุด ช้อน หรือมีตัวควบคุมความถี่ในการอัปเดตนอกเสียจาก การอัปเดตโดยอัตโนมัตินั้นเป็นสิ่งที่จำเป็น</li> </ul>
2.2.3	จังหวะเวลาต้องไม่ใช่ส่วนสำคัญของเหตุการณ์หรือกิจกรรมในการนำเสนอเนื้อหา ยกเว้นสำหรับสื่อแบบประสานเวลาแบบไม่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ และเหตุการณ์ตามเวลาจริง (ระดับ AAA)
2.2.4	การขัดจังหวะสามารถถูกเลื่อนหรือยกเลิกได้โดยผู้ใช้ ยกเว้นการขัดจังหวะนั้นเป็นแบบฉุกเฉิน (ระดับ AAA)
2.2.5	การตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานอีกครั้ง: เมื่อระยะเวลาในการใช้งานหมด ผู้ใช้สามารถกลับมาทำกิจกรรมต่อได้โดยไม่สูญเสียข้อมูลที่หายไปแล้วภายหลังจากการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานอีกครั้ง (ระดับ AAA)
<p>ศูนย์วิจัยทรัพยากรสารสนเทศ          ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์          มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์</p>	
แนวทางที่ 2.3 ไม่ออกแบบเนื้อหาให้เป็นสาเหตุของอาการชัก	
เกณฑ์ความสำเร็จ	รายละเอียด
2.3.1	หน้าเว็บต้องไม่ประกอบไปด้วยเนื้อหาซึ่งมีการกระพริบเกินกว่าสามครั้งต่อวินาที หรือการกระพริบต้องต่ำกว่าข้อกำหนดของการกระพริบทั่วไป (ระดับ A)
2.3.2	หน้าเว็บต้องไม่ประกอบไปด้วยเนื้อหาซึ่งมีการกระพริบเกินกว่าสามครั้งต่อวินาที(ระดับ AAA)

แนวทางที่ 2.4 จัดเตรียมไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถท่องไปภายในหน้าเว็บเพื่อหาเนื้อหาได้	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด
2.4.1	มีกลไกในการข้ามส่วนที่ซ้ำๆ กันสำหรับหน้าเว็บต่างๆ ได้ (ระดับ A)
2.4.2	หน้าเว็บต้องมีชื่อซึ่งบอกถึงจุดประสงค์หลักหรือหัวข้อสำคัญ (ระดับ A)
2.4.3	ถ้าหน้าเว็บสามารถถูกท่องไปได้ในรูปแบบเป็นลำดับ โดยลำดับมีผลต่อความหมายหรือการทำงาน ส่วนประกอบที่สามารถถูกโฟกัสได้ต้องได้รับการโฟกัสในรูปแบบลำดับซึ่งยังคงความหมายและการทำงานได้ออยู่ (ระดับ A)
2.4.4	จุดประสงค์ของแต่ละลิงค์ที่อยู่ภายในเนื้อหา (Links in Context) นั้นต้องสามารถรู้ได้จากชื่อของลิงค์ ยกเว้นเมื่อการใช้ชื่อตามจุดประสงค์นั้นจะทำให้เกิดความกำกวมต่อผู้ใช้ (ระดับ A)
2.4.5	จัดเตรียมวิธีมากกว่า 1 วิธีในการเข้าถึงเนื้อหาในเว็บหรือสำหรับการท่องไปยังส่วนต่างๆ ของเว็บ (ระดับ AA)
2.4.6	ใช้หัวข้อ (Heading) และป้ายชื่อ (Labels) ในการอธิบายจุดประสงค์ (ระดับ AA)
2.4.7	มีการทำงานที่ทำให้สามารถมองเห็นโฟกัสของแป้นพิมพ์ได้ (ระดับ AA)
2.4.8	มีข้อมูลที่บอกว่าขณะนี้ผู้ใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง หรือส่วนใดของกลุ่มของหน้าเว็บ (ระดับ AAA)
2.4.9	จุดประสงค์ของแต่ละลิงค์นั้นต้องสามารถรู้ได้จากชื่อของลิงค์ ยกเว้นเมื่อใช้ชื่อตามจุดประสงค์นั้นจะทำให้เกิดความกำกวมต่อผู้ใช้ (ระดับ AAA)
2.4.10	ใช้กลุ่มของหัวข้อในการจัดเรียงรูปแบบของเนื้อหา (ระดับ AAA)
<b>หลักการที่ 3 การเข้าใจได้</b>	
<b>ข้อมูลและการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ต้องสามารถถูกเข้าใจได้</b>	
แนวทางที่ 3.1 สร้างเนื้อหาที่เป็นข้อความตัวอักษรให้อ่านและสามารถเข้าใจได้	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด



3.1.1	ภาษาที่ใช้ในแต่ละหน้าเว็บสามารถถูกตัดสินหรือตีความได้โดยการใส่โปรแกรม (ระดับ A)
3.1.2	ภาษาที่ใช้สำหรับแต่ละย่อหน้า หรือข้อความในเนื้อหาสามารถถูกตัดสินหรือตีความได้โดยการใส่โปรแกรม ยกเว้นชื่อเฉพาะ ศัพท์ทางเทคนิค คำที่ไม่สามารถวิเคราะห์ภาษาได้ (ระดับ AA)
3.1.3	จัดเตรียมกลไกสำหรับการระบุความหมายของวลีที่ถูกใช้ในแบบเฉพาะ รวมไปถึงถึงสำนวนและศัพท์เฉพาะทาง (ระดับ AA A)
3.1.4	จัดเตรียมกลไกสำหรับการอธิบายคำย่อต่างๆ (ระดับ AAA)
3.1.5	สำหรับข้อความตัวอักษรซึ่งทำการตัดชื่อเฉพาะออกแล้ว และยังคงการทักษะในการอ่านที่สูงกว่าระดับมัธยมต้น ต้องมีการเตรียมเนื้อหาเสริมหรือเนื้อหาในรูปแบบที่ไม่ต้องการทักษะในการอ่านที่สูงกว่าระดับมัธยมต้น (ระดับ AAA)
3.1.6	จัดเตรียมกลไกสำหรับการแสดงการอ่านออกเสียงสำหรับความหมายของคำ หรือเนื้อหาคลุ่มเครือถ้าปราศจากการรู้การอ่านออกเสียง(ระดับ AAA)
แนวทางที่ 3.2 สร้างหน้าเว็บให้ปรากฏ หรือทำงานในลักษณะที่สามารถคาดเดาได้	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด
3.2.1	เมื่อส่วนประกอบใดได้รับการโฟกัส ต้องไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนเนื้อหาโดยทันที (ระดับ A)
3.2.2	การเปลี่ยนค่าต่างๆ ของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ต้องไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนเนื้อหาโดยทันที นอกเสียจากว่าผู้ใช้ได้รับการบอกถึงพฤติกรรมของส่วนประกอบนั้นๆ ก่อน (ระดับ A)
3.2.3	มีกลไกในการท่องหน้าเว็บสำหรับหน้าเว็บหลายๆ หน้าภายในกลุ่มเดียวกันให้ เป็นไปในทางเดียวกัน ยกเว้นว่าผู้ใช้ทำการเปลี่ยนแปลงเอง (ระดับ AA)
3.2.4	ส่วนประกอบที่มีฟังก์ชันการทำงานเหมือนกันที่ปรากฏภายในกลุ่มของหน้าเว็บต้องถูกระบุให้เหมือนกันในทุกหน้า (ระดับ AA)
3.2.5	การเปลี่ยนเนื้อหาถูกกระทำโดยคำขอของผู้ใช้เท่านั้น หรือมีกลไกเพื่อปิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อหา (ระดับ AAA)

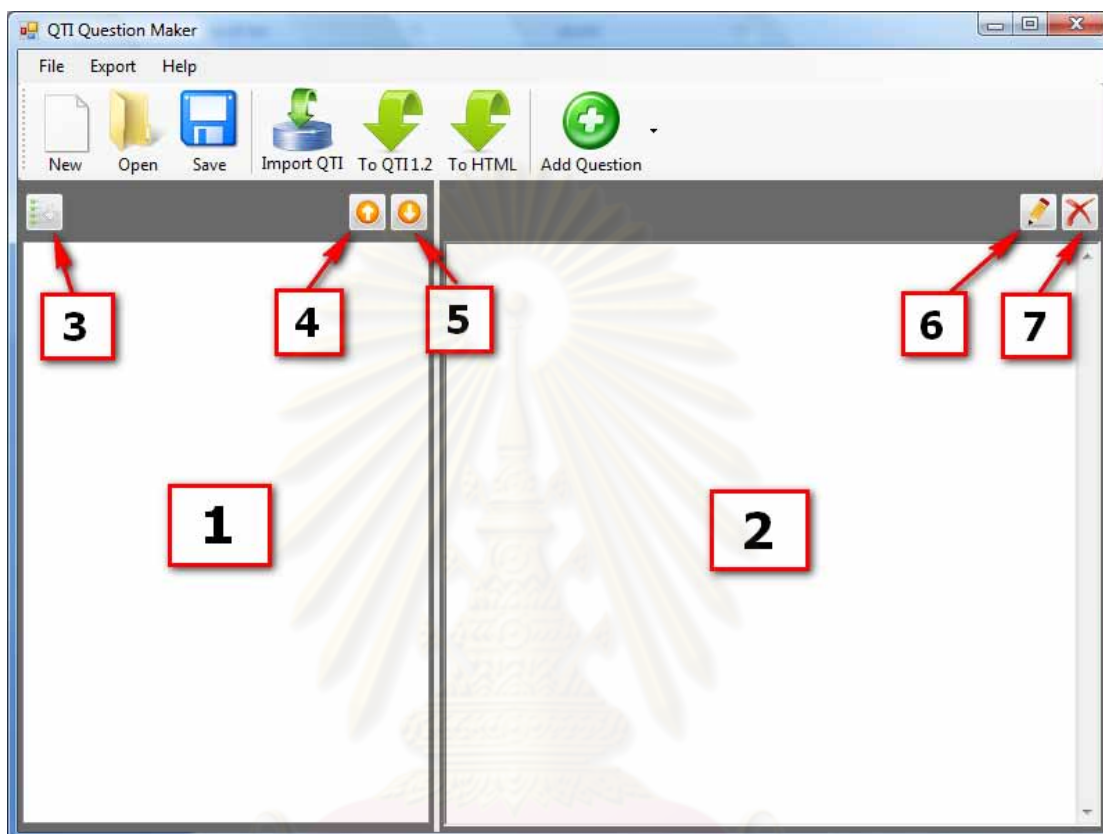
แนวทางที่ 3.3 จัดเตรียมตัวช่วยในการป้อนข้อมูลให้ผู้ใช้หลักเฉียงและแก้ไขการทำผิด	
เกณฑ์ ความสำเร็จ	รายละเอียด
3.3.1	ถ้ามีการตรวจจับข้อมูลนำเข้าที่ผิดพลาดโดยอัตโนมัติ ชิ้นส่วนที่ผิดพลาดต้องถูกระบุและมีการอธิบายถึงข้อผิดพลาดให้แก่ผู้ใช้ (ระดับ A)
3.3.2	มีป้ายบอกคำแนะนำให้กับผู้ใช้เมื่อต้องการข้อมูลนำเข้าจากผู้ใช้ (ระดับ A)
3.3.3	ถ้ามีการตรวจจับข้อมูลนำเข้าที่ผิดพลาดโดยอัตโนมัติและรู้วิธีการแก้ไข ต้องมีการเตรียมข้อแนะนำสำหรับการแก้ไข นอกเสียจากเป็นการเสี่ยงต่อเรื่องความปลอดภัยของเนื้อหา(ระดับ AA)
3.3.4	สำหรับหน้าเว็บที่เป็นเหตุให้เกิดการมีนิติสัมพันธ์ (Legal Commitments) หรือธุรกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเงิน (Financial Transactions) ซึ่งมีการแก้ไข หรือลบข้อมูลในฐานข้อมูล หรือมีการส่งการทดสอบคำร้องของผู้ใช้ ควรปฏิบัติตามข้อดังกล่าวต่อไปนี้อย่างน้อยหนึ่งข้อ (ระดับ AA) <ul style="list-style-type: none"> <li>- การย้อนกลับ: ต้องสามารถทำการย้อนกลับธุรกรรมได้</li> <li>- การตรวจสอบ: ต้องมีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป พร้อมทั้งแนะนำวิธีการแก้ไข</li> <li>- การยืนยัน: มีกลไกในการ เรียกดู ยืนยัน และแก้ไขข้อมูลก่อนที่จะส่งข้อมูลออกไป</li> </ul>
3.3.5	ต้องมีข้อมูลการช่วยเหลือสำหรับเนื้อหา (ระดับ AAA)
3.3.6	การป้องกันข้อผิดพลาด: สำหรับทุกหน้าเว็บที่ต้องการการส่งข้อมูลจากผู้ใช้ ควรปฏิบัติตามข้อดังกล่าวต่อไปนี้อย่างน้อยหนึ่งข้อ (ระดับ AAA) <ul style="list-style-type: none"> <li>- การย้อนกลับ: ต้องสามารถทำการย้อนกลับธุรกรรมได้</li> <li>- การตรวจสอบ: ต้องมีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป พร้อมทั้งแนะนำวิธีการแก้ไข</li> <li>- การยืนยัน: มีกลไกในการ เรียกดู ยืนยัน และแก้ไขข้อมูลก่อนที่จะส่งข้อมูลออกไป</li> </ul>

<p>หลักการที่ 4 การยืดหยุ่นได้</p> <p>เนื้อหาต้องรองรับการใช้งานได้หลากหลาย เพื่อการนำไปใช้กับเทคโนโลยีต่างๆ รวมถึงเทคโนโลยีอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ</p>	
<p>แนวทางที่ 4.1 ต้องทำให้เนื้อหาเข้ากันได้กับเทคโนโลยีต่างๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งเทคโนโลยีอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการด้วย</p>	
<p>เกณฑ์ ความสำเร็จ</p>	<p>รายละเอียด</p>
<p>4.1.1</p>	<p>เนื้อหาที่ใช้ภาษามาร์คอัพ (Markup) แท็กต่าง ๆ ต้องมีทั้งแท็กเปิด แท็กปิด แท็กต่างๆ ซ้อนกันตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ไม่มีแอททริบิวต์ (Attribute) ซ้ำกัน ไม่มีไอดี (ID) ซ้ำกัน ยกเว้นว่าข้อกำหนดของภาษาอนุญาตให้ทำเช่นนั้นได้</p>
<p>4.1.2</p>	<p>สำหรับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (รวมทั้งแบบฟอร์ม ลิงค์หรือชิ้นส่วนใดๆ ที่ถูกสร้างขึ้นมาจากสคริปต์) ชื่อและหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ ต้องสามารถที่จะถูกตัดสินหรือตีความได้โดยการใช้โปรแกรม</p>

## ภาคผนวก ข

## วิธีการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ

## ข.1 การแสดงคำถามและการจัดการคำถามที่ถูกสร้างขึ้นมาในเครื่องมือต้นแบบ



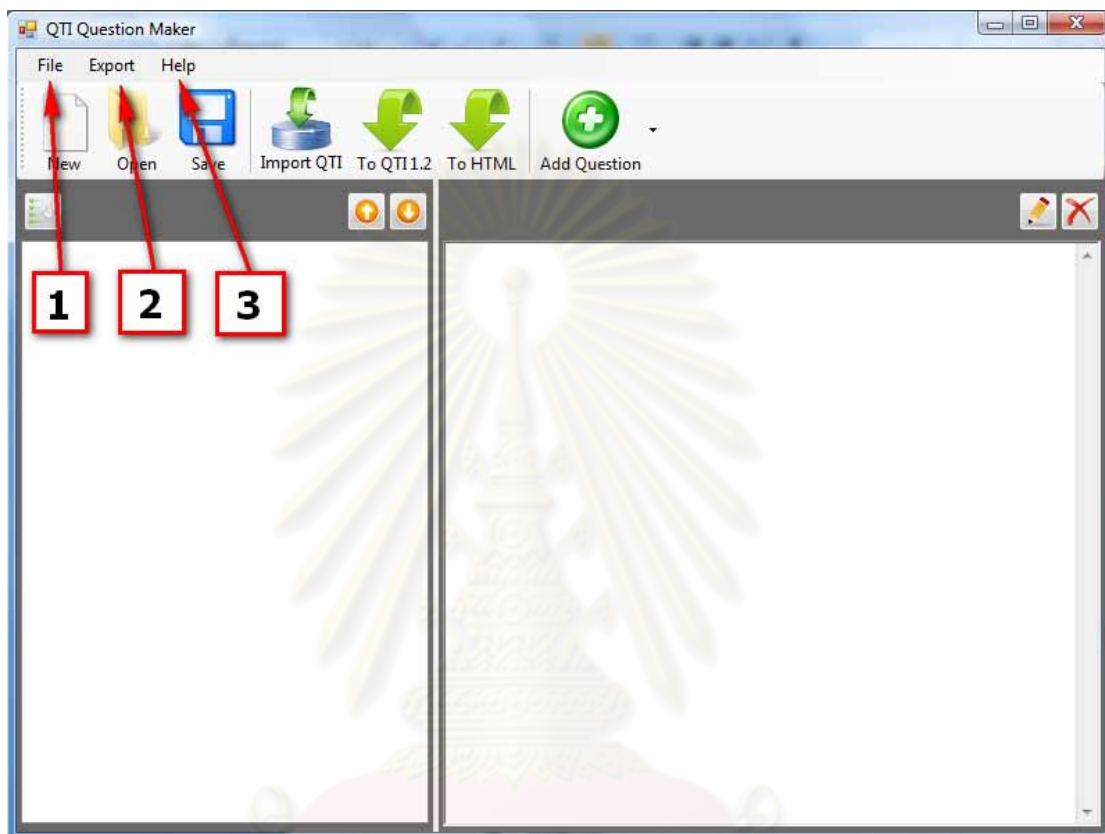
รูปที่ ข. 1 หน้าจอสำหรับแสดงคำถามและจัดการคำถามบนเครื่องมือต้นแบบ

จากรูปที่ ข.1 สามารถอธิบายส่วนต่างๆ บนเครื่องมือต้นแบบได้ดังนี้

1. สำหรับแสดงรายการคำถามที่ถูกสร้างขึ้นมาทั้งหมด
2. สำหรับแสดงรายละเอียดของคำถาม คำตอบ คะแนน และความคิดเห็นจากระบบ เมื่อมีการคลิกดูคำถามที่ละข้อจากรายการคำถามในข้อ 1
3. ปุ่มสำหรับจัดเรียงคำถามอัตโนมัติ โดยจะเรียงตามประเภทของคำถาม ได้แก่ คำถามถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) คำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) คำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) ตามลำดับ
4. ปุ่มสำหรับเลื่อนตำแหน่งคำถามที่ถูกเลือกจากรายการคำถามในข้อ 1 ขึ้น 1 ข้อ
5. ปุ่มสำหรับเลื่อนตำแหน่งคำถามที่ถูกเลือกจากรายการคำถามในข้อ 1 ลง 1 ข้อ

6. ปุ่มสำหรับแก้ไขคำถาม คำตอบ คะแนน และความคิดเห็นจากระบบ จากคำถามที่ถูกเลือกจากรายการคำถามในข้อ 1
7. ปุ่มสำหรับลบคำถามที่ไม่ต้องการออกจากเครื่องมือต้นแบบ

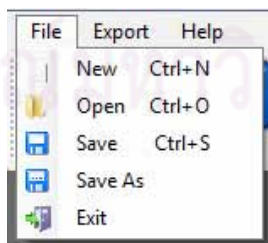
## ข.2 เมนู



รูปที่ ข. 2 เมนูบนเครื่องมือต้นแบบ

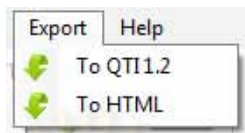
จากรูปที่ ข.2 สามารถอธิบายเมนูต่างๆ บนเครื่องมือต้นแบบได้ดังนี้

1. เมนู File ประกอบไปด้วยปุ่ม New, Open, Save, Save As และ Exit ดังรูป

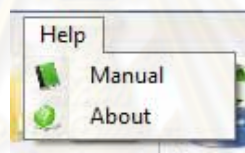


- 1) ปุ่ม New เป็นปุ่มสำหรับสร้างรายการคำถามใหม่ หากมีคำถามเดิมอยู่จะถูกล้างออกทั้งหมด โดยเครื่องมือต้นแบบจะถามก่อนว่าต้องการจะบันทึกคำถามก่อนที่จะล้างคำถามทั้งหมดนั้นออกหรือไม่
- 2) ปุ่ม Open เป็นปุ่มสำหรับเปิดดูคำถามที่ถูกบันทึกเป็นไฟล์นามสกุลคิวคิวเอ็ม

- 3) ปุ่ม Save เป็นปุ่มสำหรับบันทึกคำถามทั้งหมดเป็นไฟล์นามสกุลคิวิควเอ็ม
  - 4) ปุ่ม Save As เป็นปุ่มสำหรับบันทึกคำถามทั้งหมดเป็นไฟล์นามสกุลคิวิควเอ็มโดยจะให้ผู้ใช้งานเลือกสถานที่ที่จะทำการบันทึกไฟล์ และตั้งชื่อไฟล์ที่มีนามสกุลคิวิควเอ็ม
  - 5) ปุ่ม Exit เป็นปุ่มสำหรับออกจากการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ
2. เมนู Export ประกอบไปด้วยปุ่ม To QTI 1.2 และ To HTML ดังรูป



- 1) ปุ่ม To QTI 1.2 เป็นปุ่มสำหรับส่งออกคำถามทั้งหมดเป็นไฟล์ภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวิที่ไอ ฉบับ 1.2
  - 2) ปุ่ม To HTML เป็นปุ่มสำหรับส่งออกคำถามทั้งหมดเป็นไฟล์ภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี ฉบับ 2 ซึ่งผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้
3. เมนู Help ประกอบไปด้วยปุ่ม Manual และ About ดังรูป



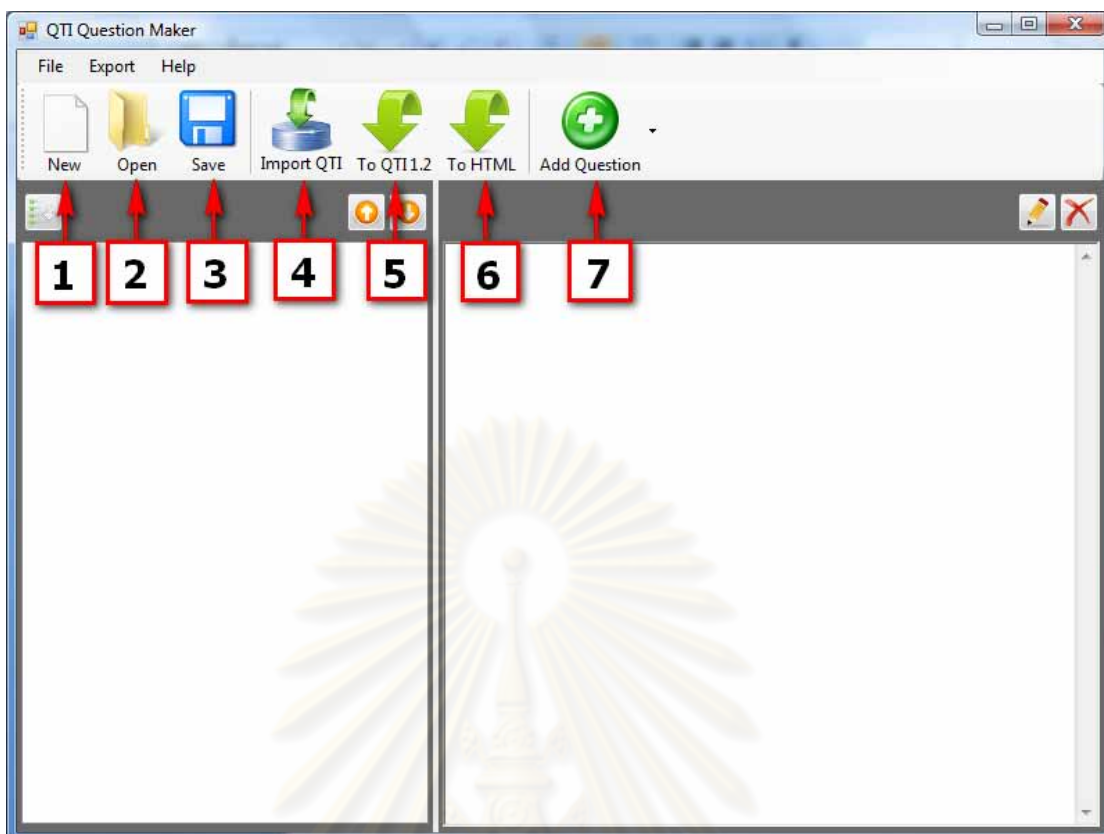
- 1) ปุ่ม Manual เป็นปุ่มสำหรับเปิดคู่มือการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ
- 2) ปุ่ม About เป็นปุ่มสำหรับเปิดดูรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือต้นแบบ

### ข.3 ปุ่ม

จากรูปที่ ข.3 สามารถอธิบายปุ่มต่างๆ บนเครื่องมือต้นแบบได้ดังนี้

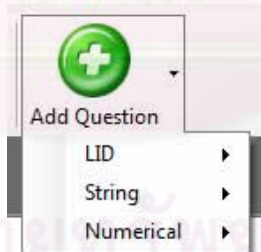
1. ปุ่ม New เป็นปุ่มสำหรับสร้างรายการคำถามใหม่ หากมีคำถามเดิมอยู่จะถูกล้างออกทั้งหมด โดยเครื่องมือต้นแบบจะถามก่อนว่าต้องการจะบันทึกคำถามก่อนที่จะล้างคำถามทั้งหมดนั้นออกหรือไม่
2. ปุ่ม Open เป็นปุ่มสำหรับเปิดดูคำถามที่ถูกบันทึกเป็นไฟล์นามสกุลคิวิควเอ็ม
3. ปุ่ม Save เป็นปุ่มสำหรับบันทึกคำถามทั้งหมดเป็นไฟล์นามสกุลคิวิควเอ็ม
4. ปุ่ม Import เป็นปุ่มสำหรับนำเข้าไฟล์คำถามภาษาเอกซ์เอ็มแอล ที่อยู่ในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวิที่ไอ ฉบับ 1.2 เข้ามาแปลงและแสดงในเครื่องมือต้นแบบ
5. ปุ่ม To QTI 1.2 เป็นปุ่มสำหรับส่งออกคำถามทั้งหมดเป็นไฟล์ภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามข้อกำหนดคิวิที่ไอ ฉบับ 1.2
6. ปุ่ม To HTML เป็นปุ่มสำหรับส่งออกคำถามทั้งหมดเป็นไฟล์ภาษาเอกซ์เอ็มแอลในรูปแบบตามแนวทางดับเบิลยูซีเอจี ฉบับ 2 ซึ่งผู้พิการทางการเห็นสามารถเข้าถึงได้



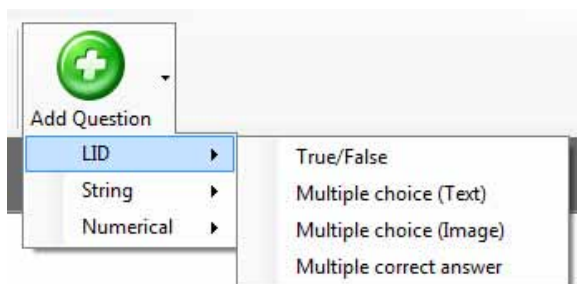


รูปที่ ข. 3 ปุ่มบนเครื่องมือต้นแบบ

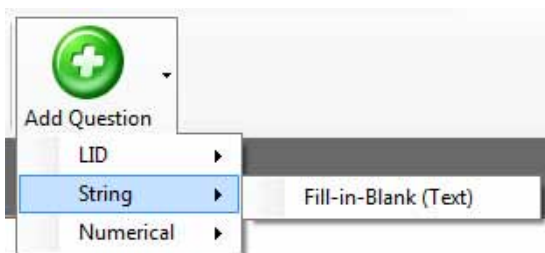
7. ปุ่ม Add Question เป็นปุ่มสำหรับเพิ่มคำถาม โดยสามารถเพิ่มได้ที่ละข้อ และเมื่อกดปุ่มเพิ่มคำถามนี้จะมีประเภทของคำถามให้เลือก 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังรูป



- 1) LID (Logical Identifier) ประกอบไปด้วยคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ) คำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ) และคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ) ดังรูป



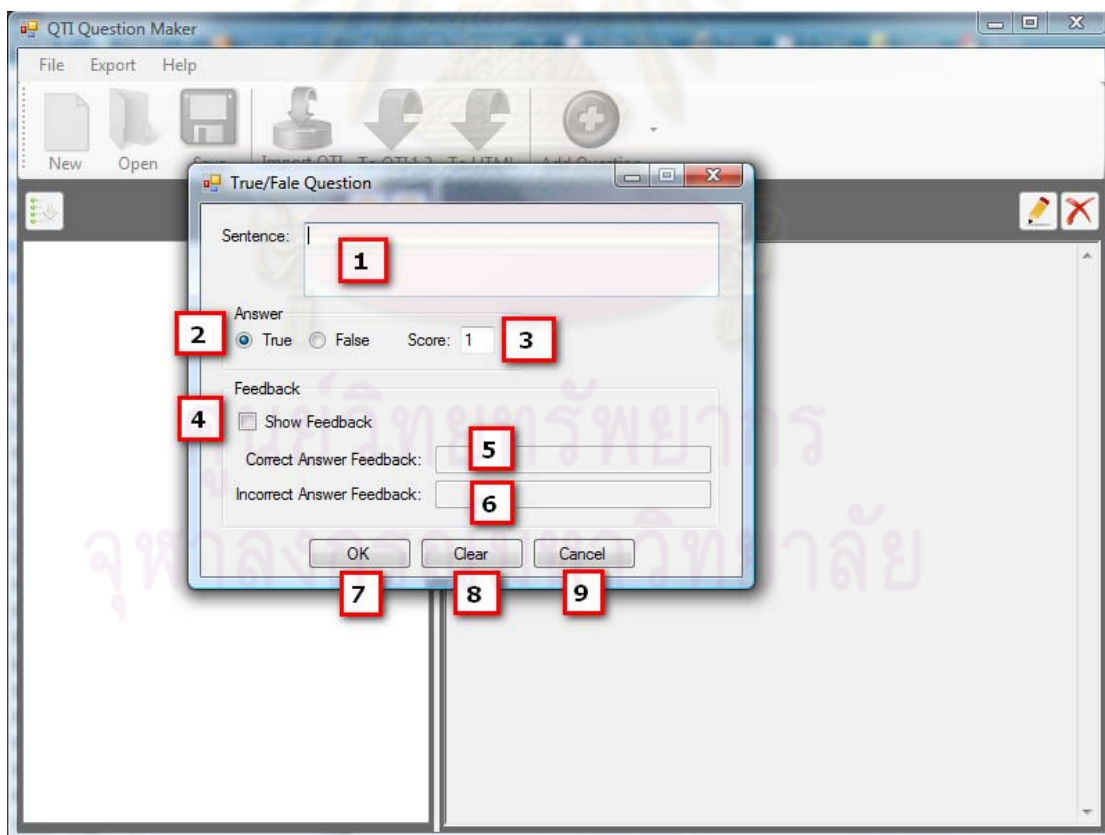
2) String ประกอบไปด้วยคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ) ดังรูป



3) Numerical ประกอบไปด้วยคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม) และคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม) ดังรูป



#### ข.4 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)



รูปที่ ข. 4 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)

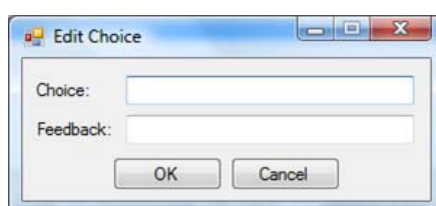
จากรูปที่ ข.4 สามารถอธิบายส่วนต่างๆ บนหน้าจอได้ดังนี้

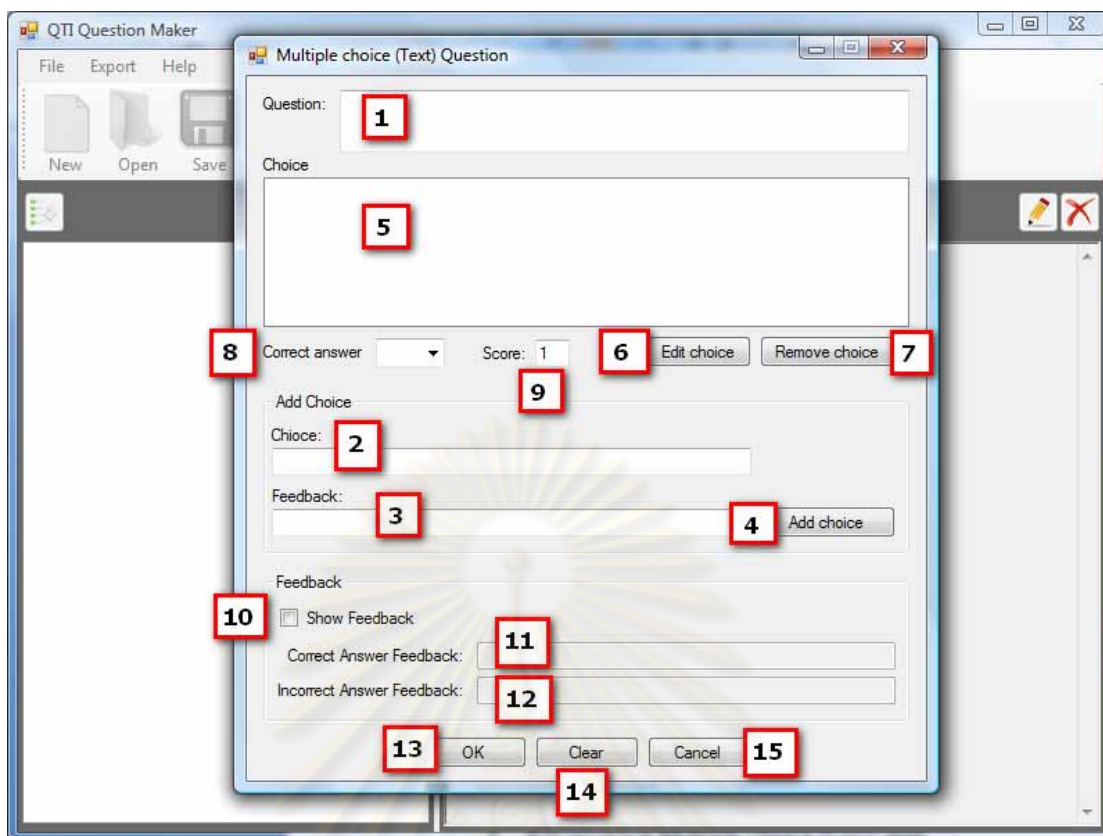
1. **(ต้องระบุ)** Sentence เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกประโยคที่ต้องการถามว่าประโยคนี้นี้ ถูกต้องหรือไม่
2. **(ต้องระบุ)** Answer เป็นเรดิโอ บั๊กทอนให้เลือกว่าประโยคดังกล่าวถูก (True) หรือผิด (False)
3. **(ต้องระบุ)** Score เป็นกล่องข้อความที่กรอกได้เฉพาะตัวเลข เพื่อระบุคะแนนสำหรับการตอบคำถามถูกต้อง
4. Show Feedback เป็นกล่องเลือก หากทำเครื่องหมายที่กล่องเลือกนี้หมายถึงต้องการให้แสดงความคิดเห็นสำหรับคำถามข้อนี้ หากไม่ทำเครื่องหมายก็หมายถึงไม่ต้องการให้แสดง
5. Correct Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ถูกต้อง (*กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback*)
6. Incorrect Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ไม่ถูกต้อง (*กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback*)
7. ปุ่ม OK กดเมื่อเสร็จสิ้นการสร้างคำถาม
8. ปุ่ม Clear เป็นปุ่มสำหรับล้างทุกอย่างให้กลับเป็นเหมือนตอนเปิดหน้า
9. ปุ่ม Cancel กดเมื่อต้องการยกเลิกการสร้างคำถาม

#### ข.5 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)

จากรูปที่ ข.5 สามารถอธิบายส่วนต่างๆ บนหน้าจอได้ดังนี้

1. **(ต้องระบุ)** Question เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำถาม
2. **(ต้องระบุ)** Choice เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกตัวเลือก โดยเพิ่มได้ทีละตัวเลือก
3. Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็นของแต่ละตัวเลือก
4. ปุ่ม Add choice เป็นปุ่มสำหรับเพิ่มตัวเลือกเข้าไปในรายการตัวเลือก ซึ่งจะแสดงในกล่องรายการข้อ 5
5. Choice เป็นกล่องรายการ สำหรับแสดงตัวเลือกที่เพิ่มเข้ามาตามกระบวนการข้อ 2 – 4
6. ปุ่ม Edit choice เป็นปุ่มสำหรับแก้ไขตัวเลือกที่ถูกเลือกในกล่องรายการข้อ 5 โดยจะมีหน้าต่างขึ้นมาให้แก้ไขตัวเลือกและข้อคิดเห็น เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วจึงกดปุ่ม OK หรือ กดปุ่ม Cancel เพื่อยกเลิกการแก้ไข ดังรูป



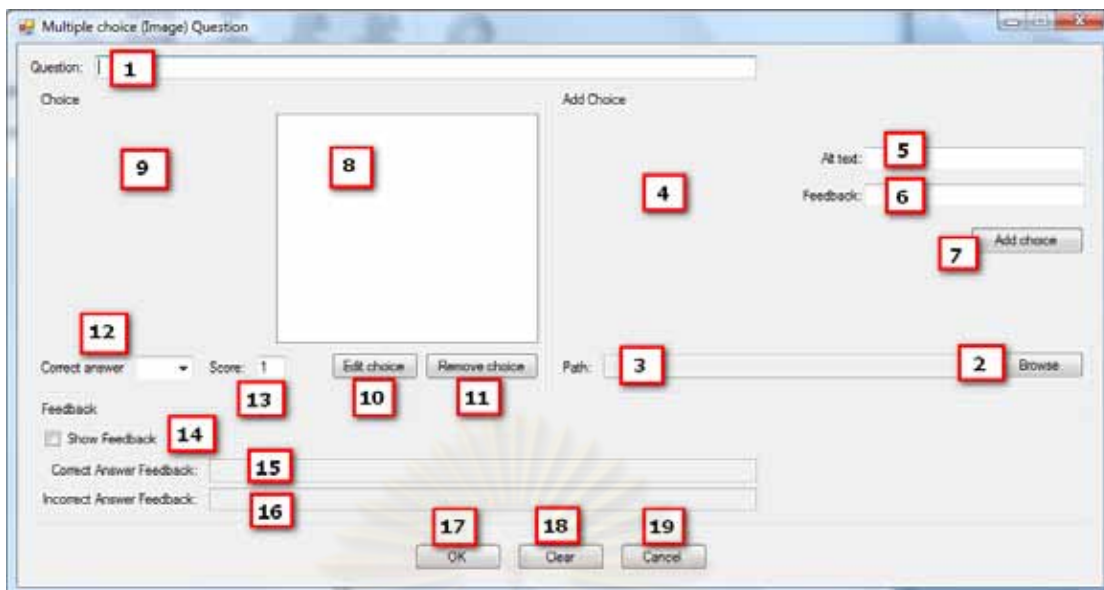


รูปที่ ข. 5 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)

7. ปุ่ม Remove choice เป็นปุ่มสำหรับลบตัวเลือกที่ถูกเลือกในกล่องรายการข้อ 5
8. **(ต้องระบุ)** Correct Answer เป็นกล่องตัวเลือก สำหรับเลือกคำตอบที่ถูกต้องของคำถาม
9. **(ต้องระบุ)** Score เป็นกล่องข้อความที่กรอกได้เฉพาะตัวเลข เพื่อระบุคะแนนสำหรับการตอบคำถามถูกต้อง
10. Show Feedback เป็นกล่องเลือก หากทำเครื่องหมายที่กล่องเลือกนี้หมายถึงต้องการให้แสดงความคิดเห็นสำหรับคำถามข้อนี้ หากไม่ทำเครื่องหมายก็หมายถึงไม่ต้องการให้แสดง
11. Correct Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
12. Incorrect Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ไม่ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
13. ปุ่ม OK กดเมื่อเสร็จสิ้นการสร้างคำถาม
14. ปุ่ม Clear เป็นปุ่มสำหรับล้างทุกอย่างให้กลับเป็นเหมือนตอนเปิดหน้า
15. ปุ่ม Cancel กดเมื่อต้องการยกเลิกการสร้างคำถาม

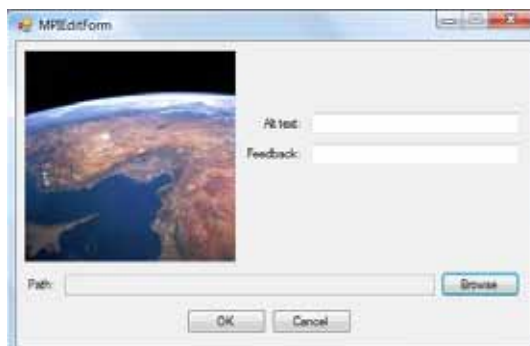
#### ข.6 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)

จากรูปที่ ข.6 สามารถอธิบายส่วนต่างๆ บนหน้าจอได้ดังนี้



รูปที่ ข. 6 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)

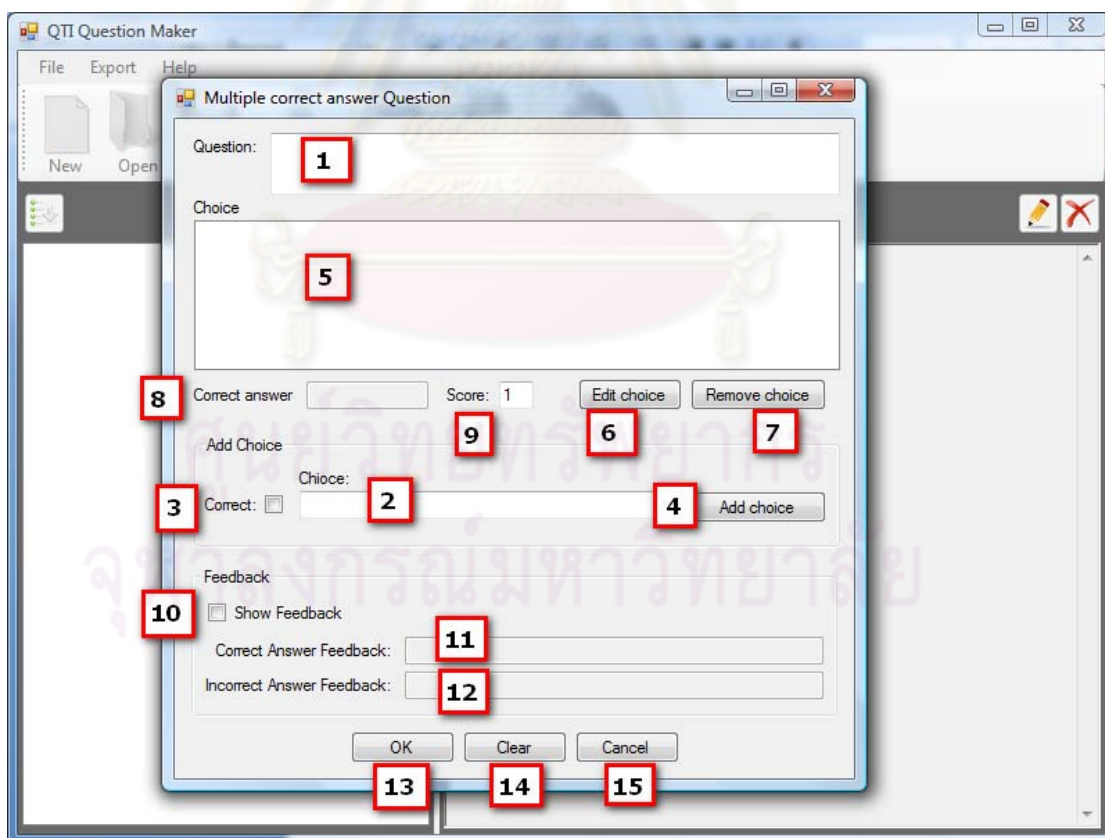
1. **(ต้องระบุ)** Question เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำถาม
2. **(ต้องระบุ)** ปุ่ม Browse เป็นปุ่มสำหรับเลือกสถานที่ของรูปภาพที่จะใช้เป็นตัวเลือก
3. Path เป็นกล่องข้อความ (แก้ไขไม่ได้) สำหรับแสดงสถานที่ที่เก็บรูปที่เลือกเข้ามาจากข้อ 2
4. Add Choice เป็นกล่องรูปภาพ สำหรับแสดงรูปภาพที่เลือกเข้ามาจากข้อ 2
5. **(ต้องระบุ)** Alt text (Alternate text) เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำอธิบายรูปภาพที่เลือกเข้ามาจากข้อ 2
6. Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็นของแต่ละตัวเลือก
7. ปุ่ม Add choice เป็นปุ่มสำหรับเพิ่มตัวเลือกเข้าไปในรายการตัวเลือก ซึ่งจะแสดงในกล่องรายการข้อ 8
8. Choice เป็นกล่องรายการ สำหรับแสดงตัวเลือกที่เพิ่มเข้ามาตามกระบวนการข้อ 2 – 7
9. Choice เป็นกล่องรูปภาพ สำหรับแสดงรูปภาพของแต่ละตัวเลือก
10. ปุ่ม Edit choice เป็นปุ่มสำหรับแก้ไขตัวเลือกที่ถูกเลือกในกล่องรายการข้อ 8 โดยจะมีหน้าต่างขึ้นมาให้เปลี่ยนรูปภาพ และแก้ไขคำอธิบายภาพและความคิดเห็น เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วจึงกดปุ่ม OK หรือกดปุ่ม Cancel เพื่อยกเลิกการแก้ไข ดังรูป





11. ปุ่ม Remove choice เป็นปุ่มสำหรับลบตัวเลือกที่ถูกเลือกในกล่องรายการข้อ 8
12. **(ต้องระบุ)** Correct Answer เป็นกล่องตัวเลือก สำหรับเลือกคำตอบที่ถูกต้องของคำถาม
13. **(ต้องระบุ)** Score เป็นกล่องข้อความที่กรอกได้เฉพาะตัวเลข เพื่อระบุคะแนนสำหรับกรอกคำตอบถูกต้อง
14. Show Feedback เป็นกล่องเลือก หากทำเครื่องหมายที่กล่องเลือกนี้หมายถึงว่าต้องการให้แสดงความคิดเห็นสำหรับคำถามข้อนี้ หากไม่ทำเครื่องหมายก็หมายถึงไม่ต้องการให้แสดง
15. Correct Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ถูกต้อง (*กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback*)
16. Incorrect Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ไม่ถูกต้อง (*กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback*)
17. ปุ่ม OK กดเมื่อเสร็จสิ้นการสร้างคำถาม
18. ปุ่ม Clear เป็นปุ่มสำหรับล้างทุกอย่างให้กลับเป็นเหมือนตอนเปิดหน้า
19. ปุ่ม Cancel กดเมื่อต้องการยกเลิกการสร้างคำถาม

#### ข.7 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)

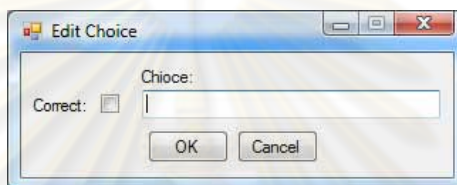


รูปที่ ข. 7 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)

จากรูปที่ ข.7 สามารถอธิบายส่วนต่างๆ บนหน้าจอได้ดังนี้



1. **(ต้องระบุ)** Question เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำถาม
2. **(ต้องระบุ)** Choice เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกตัวเลือก โดยเพิ่มได้ทีละตัวเลือก
3. **(ต้องระบุ)** Correct เป็นกล่องเลือก หากทำเครื่องหมายที่กล่องเลือกนี้หมายถึง ตัวเลือกที่กรอกในข้อ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง หากไม่ทำเครื่องหมายแสดงว่าตัวเลือกนี้ไม่ถูกต้อง
4. ปุ่ม Add choice เป็นปุ่มสำหรับเพิ่มตัวเลือกเข้าไปในรายการตัวเลือก ซึ่งจะแสดงในกล่องรายการข้อ 5
5. Choice เป็นกล่องรายการ สำหรับแสดงตัวเลือกที่เพิ่มเข้ามาตามกระบวนการข้อ 2 – 4
6. ปุ่ม Edit choice เป็นปุ่มสำหรับแก้ไขตัวเลือกที่ถูกเลือกในกล่องรายการข้อ 5 โดยจะมีหน้าต่างขึ้นมาให้แก้ไขตัวเลือกและข้อคิดเห็น เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วจึงกดปุ่ม OK หรือ กดปุ่ม Cancel เพื่อยกเลิกการแก้ไข ดังรูป

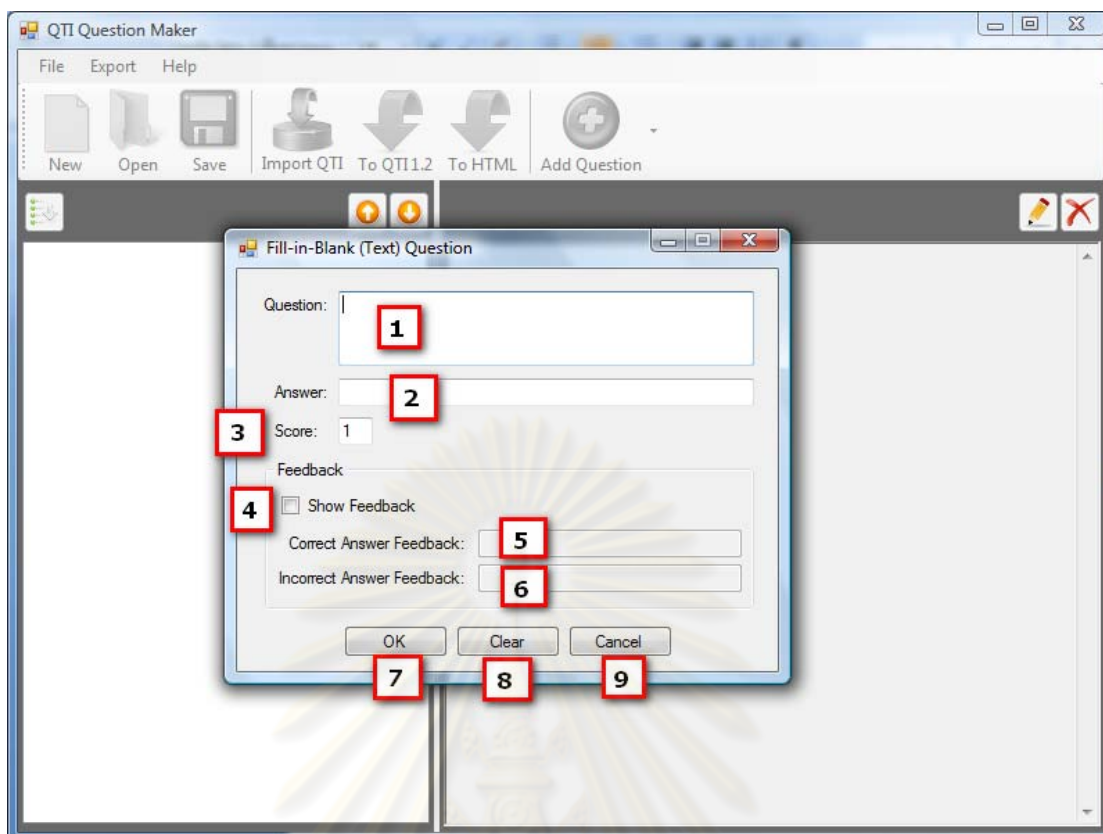


7. ปุ่ม Remove choice เป็นปุ่มสำหรับลบตัวเลือกที่ถูกเลือกในกล่องรายการข้อ 5
8. **(ต้องระบุ)** Correct Answer เป็นกล่องข้อความ (แก้ไขไม่ได้) สำหรับแสดงตัวเลือกที่เป็นคำตอบ
9. **(ต้องระบุ)** Score เป็นกล่องข้อความที่กรอกได้เฉพาะตัวเลข เพื่อระบุคะแนนสำหรับการตอบคำถามถูกต้อง
10. Show Feedback เป็นกล่องเลือก หากทำเครื่องหมายที่กล่องเลือกนี้หมายถึงต้องการให้แสดงความคิดเห็นสำหรับคำถามข้อนี้ หากไม่ทำเครื่องหมายก็หมายถึงไม่ต้องการให้แสดง
11. Correct Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
12. Incorrect Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ไม่ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
13. ปุ่ม OK กดเมื่อเสร็จสิ้นการสร้างคำถาม
14. ปุ่ม Clear เป็นปุ่มสำหรับล้างทุกอย่างให้กลับเป็นเหมือนตอนเปิดหน้า
15. ปุ่ม Cancel กดเมื่อต้องการยกเลิกการสร้างคำถาม

#### ข.8 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)

จากรูปที่ ข.8 สามารถอธิบายส่วนต่างๆ บนหน้าจอได้ดังนี้

1. **(ต้องระบุ)** Question เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำถาม



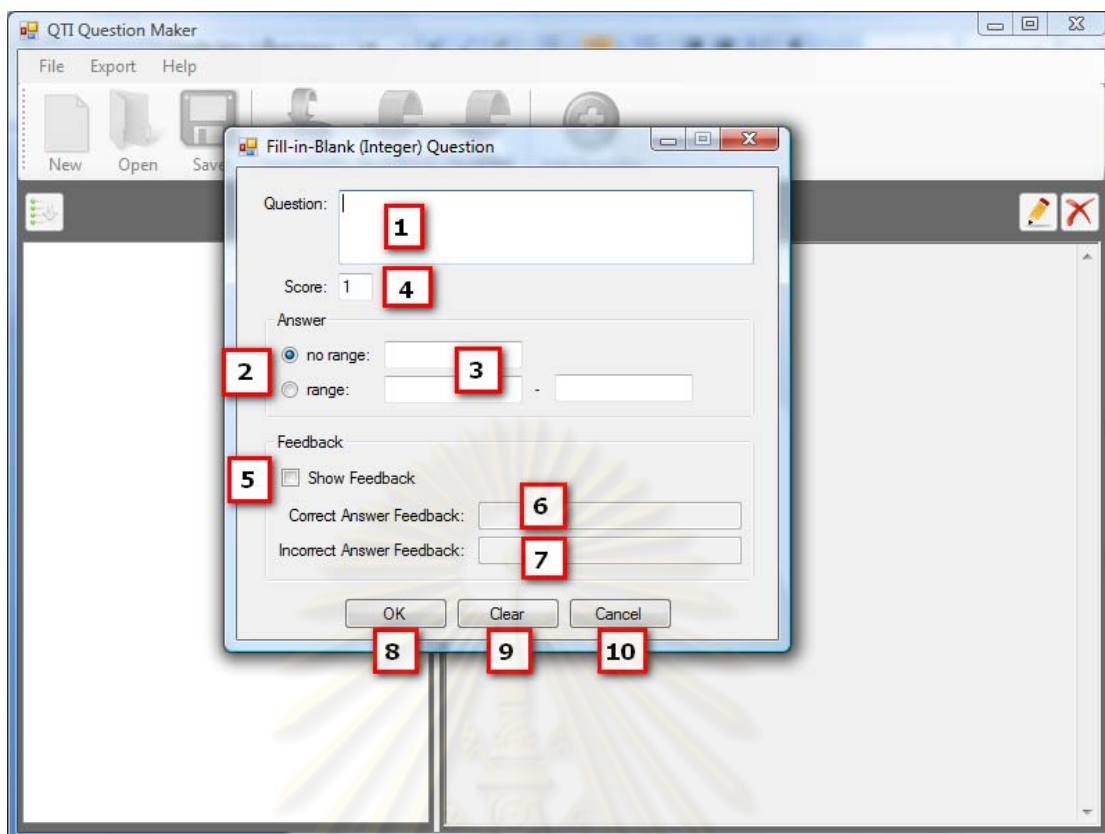
รูปที่ ข. 8 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)

2. **(ต้องระบุ)** Answer เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำตอบที่ถูกต้อง
3. **(ต้องระบุ)** Score เป็นกล่องข้อความที่กรอกได้เฉพาะตัวเลข เพื่อระบุคะแนนสำหรับการตอบคำถามถูกต้อง
4. Show Feedback เป็นกล่องเลือก หากทำเครื่องหมายที่กล่องเลือกนี้หมายถึงต้องการให้แสดงความคิดเห็นสำหรับคำถามข้อนี้ หากไม่ทำเครื่องหมายก็หมายถึงไม่ต้องการให้แสดง
5. Correct Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
6. Incorrect Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ไม่ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
7. ปุ่ม OK กดเมื่อเสร็จสิ้นการสร้างคำถาม
8. ปุ่ม Clear เป็นปุ่มสำหรับล้างทุกอย่างให้กลับเป็นเหมือนตอนเปิดหน้า
9. ปุ่ม Cancel กดเมื่อต้องการยกเลิกการสร้างคำถาม

ข.9 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)

จากรูปที่ ข.9 สามารถอธิบายส่วนต่างๆ บนหน้าจอได้ดังนี้

1. **(ต้องระบุ)** Question เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำถาม



รูปที่ ข. 9 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)

2. **(ต้องระบุ)** no range/range เป็นเรดิโอ บัททอนสำหรับเลือกว่าคำตอบจะถูกต้องเมื่อตอบได้ตรงกับค่าใดๆ (no range) หรือเมื่อคำตอบอยู่ในช่วงของค่าใดๆ (range)
3. **(ต้องระบุ)** Answer เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำตอบที่ถูกต้อง
4. **(ต้องระบุ)** Score เป็นกล่องข้อความที่กรอกได้เฉพาะตัวเลข เพื่อระบุคะแนนสำหรับการตอบคำถามถูกต้อง
5. Show Feedback เป็นกล่องเลือก หากทำเครื่องหมายที่กล่องเลือกนี้หมายถึงต้องการให้แสดงความคิดเห็นสำหรับคำถามข้อนี้ หากไม่ทำเครื่องหมายก็หมายถึงไม่ต้องการให้แสดง
6. Correct Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
7. Incorrect Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ไม่ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
8. ปุ่ม OK กดเมื่อเสร็จสิ้นการสร้างคำถาม
9. ปุ่ม Clear เป็นปุ่มสำหรับล้างทุกอย่างให้กลับเป็นเหมือนตอนเปิดหน้า
10. ปุ่ม Cancel กดเมื่อต้องการยกเลิกการสร้างคำถาม

### ข.10 การเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

รูปที่ ข. 10 หน้าจอสำหรับเพิ่มหรือแก้ไขคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

จากรูปที่ ข.10 สามารถอธิบายส่วนต่างๆ บนหน้าจอได้ดังนี้

1. (ต้องระบุ) Question เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำถาม
2. (ต้องระบุ) no range/range เป็นเรดิโอ บั๊กทอนสำหรับเลือกว่าคำตอบจะถูกตัดเมื่อตอบได้ตรงกับค่าใดๆ (no range) หรือเมื่อคำตอบอยู่ในช่วงของค่าใดๆ (range)
3. (ต้องระบุ) Answer เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกคำตอบที่ถูกต้อง
4. (ต้องระบุ) Score เป็นกล่องข้อความที่กรอกได้เฉพาะตัวเลข เพื่อระบุคะแนนสำหรับการตอบคำถามถูกต้อง
5. Show Feedback เป็นกล่องเลือก หากทำเครื่องหมายที่กล่องเลือกนี้หมายถึงต้องการให้แสดงความคิดเห็นสำหรับคำถามข้อนี้ หากไม่ทำเครื่องหมายก็หมายถึงไม่ต้องการให้แสดง
6. Correct Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
7. Incorrect Answer Feedback เป็นกล่องข้อความ สำหรับกรอกความคิดเห็น ที่ต้องการให้แสดงเมื่อผู้ใช้ตอบคำถามข้อนี้ไม่ถูกต้อง (กรอกได้เมื่อทำเครื่องหมายให้ show feedback)
8. ปุ่ม OK กดเมื่อเสร็จสิ้นการสร้างคำถาม

9. ปุ่ม Clear เป็นปุ่มสำหรับล้างทุกอย่างให้กลับเป็นเหมือนตอนเปิดหน้า
10. ปุ่ม Cancel กดเมื่อต้องการยกเลิกการสร้างคำถาม



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ภาคผนวก ค

### ปัญหาที่โปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติไม่สามารถตรวจสอบได้

ผลจากการทดสอบความเข้าถึงได้ของผลลัพธ์จากเครื่องมือต้นแบบ ด้วยโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติดังตารางที่ 6.3 แสดงให้เห็นว่าไม่พบปัญหาที่ชัดเจนอันก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการเข้าถึงได้ของผู้ใช้งาน (Known problems) และไม่พบปัญหาที่อาจก่อให้เกิดอุปสรรค (Likely problems) แต่โปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติไม่สามารถตรวจสอบปัญหาบางประเภทได้ (Potential problems) โปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติจะทำได้เพียงเสนอข้อตรวจสอบสำหรับปัญหาประเภทนี้ จากนั้นต้องอาศัยการตรวจสอบจากผู้วิจัยเพื่อยืนยันอีกครั้งว่า จำนวนปัญหาที่โปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติไม่สามารถตรวจสอบได้ดังที่แสดงในตารางที่ 6.3 นั้น จะไม่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการใช้งานของผู้พิการทางการเห็น โดยปัญหาประเภทดังกล่าวสามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้

#### ค.1 ปัญหาประเภทที่เกี่ยวกับการแสดงเนื้อหา

ข้อเสนอแนะจากโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติสำหรับคำถามประเภทนี้ จะเกี่ยวกับการแสดงเนื้อหา ได้แก่

1. ตรวจสอบการระบุทิศทางกรอ่าน เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางกรอ่านสำหรับการอ่านเนื้อหา
2. ตรวจสอบการนำเสนอเนื้อหา ที่ใช้สื่อความหมายเพียงอย่างเดียว
3. ตรวจสอบการนำเสนอเนื้อหา ที่ใช้ขนาด รูปร่าง หรือตำแหน่งทางหน้าจอในการสื่อความหมายเพียงอย่างเดียว
4. ตรวจสอบการกำหนดมาร์คอัพที่เหมาะสมสำหรับเนื้อหา
5. ตรวจสอบการจัดกลุ่มของลิงค์ที่มีจุดประสงค์เดียวกัน
6. ตรวจสอบชื่อของหน้าที่แสดงอยู่
7. ตรวจสอบการใช้หัวเรื่องต่างๆ (header) ในการจัดรูปแบบ
8. ตรวจสอบการระบุการใช้ภาษาอื่นที่ต่างจากภาษาที่ใช้ในเนื้อหาหลัก
9. ตรวจสอบการแสดงผลเนื้อหาที่ซ้ำๆกันในแต่ละหน้า ต้องเป็นไปในทางเดียวกัน
10. ตรวจสอบการเรียงลำดับของออบเจกต์ต่างๆในหน้า

#### ค.2 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจาวาสคริปต์

ข้อเสนอแนะจากโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติสำหรับคำถามประเภทนี้ จะเกี่ยวกับจาวาสคริปต์ ได้แก่

1. ตรวจสอบการใช้สคริปต์ในการนำเสนอเนื้อหา ที่ใช้สื่อความหมายเพียงอย่างเดียว



2. ตรวจสอบการใช้สคริปต์ที่อาจทำให้เกิดการกระพริบของหน้าจอ
3. ตรวจสอบการใช้เป็นพิมพ์ ในการใช้งานสคริปต์ต่างๆ

### ค.3 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการท่องไปยังส่วนต่างๆของเนื้อหา

ข้อเสนอแนะจากโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติสำหรับคำถามประเภทนี้ จะเกี่ยวกับการท่องไปยังส่วนต่างๆของเนื้อหา ได้แก่

1. ตรวจสอบการเตรียมลิงค์ สำหรับการข้ามไปยังส่วนของเนื้อหา (“Skip to content” link)
2. ตรวจสอบการจัดเตรียมแผนผังเว็บไซต์ (Site map)

หลังจากการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติ สำหรับการตรวจสอบปัญหาที่โปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบได้นั้น ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง และแก้ไขส่วนของการแสดงรูปแบบคำถามให้ตรงตามข้อเสนอแนะจากโปรแกรมตรวจสอบ และพบว่าข้อเสนอแนะสำหรับปัญหาบางอย่างอาจไม่กระทบต่อผู้พิการทางการเห็นในการทำแบบทดสอบ เช่น ปัญหาเรื่องการกระพริบของหน้าจอ, การจัดให้มีแผนผังเว็บไซต์ หรือลิงค์สำหรับการข้ามไปยังส่วนของเนื้อหา อย่างไรก็ตามการตรวจสอบปัญหาบางประเภทว่าเป็นอุปสรรคต่อผู้ใช้งานหรือไม่นั้น อาจขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ตรวจสอบ เช่น ข้อเสนอแนะในการตรวจสอบปัญหาเรื่องของการใช้คำอธิบายสำหรับรูปภาพ หรือ ความคมชัดของรูปภาพ ซึ่งไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวว่าต้องใช้คำอธิบายรูปภาพอย่างไร หรือต้องการความคมชัดของรูปภาพแค่ไหน ดังนั้นปัญหาเหล่านี้จะขึ้นกับผู้ตรวจสอบว่าเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานของผู้ใช้งานหรือไม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ง

### คำถามที่ใช้ในการทดสอบกับผู้พิการทางการเห็น

คำถาม 20 ข้อที่ใช้ในการทดสอบกับผู้พิการทางการเห็น มีรายละเอียดดังนี้

1. คำถามข้อ 1 - 3 เป็นคำถามประเภทถูกผิด (ข้อความ)
2. คำถามข้อ 4 - 6 เป็นคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (ข้อความ)
3. คำถามข้อ 7 - 8 เป็นคำถามประเภทเลือกตอบได้ข้อเดียว (รูปภาพ)
4. คำถามข้อ 9 - 11 เป็นคำถามประเภทเลือกตอบได้หลายข้อ (ข้อความ)
5. คำถามข้อ 12 - 14 เป็นคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (ข้อความ)
6. คำถามข้อ 15 - 17 เป็นคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนเต็ม)
7. คำถามข้อ 18 - 20 เป็นคำถามประเภทเติมคำในช่องว่าง (จำนวนทศนิยม)

โดยคำถามแต่ละข้อมีรายละเอียดดังนี้

#### **Question 1: Thailand is in Southeast Asia. (True/False, Score: 1)**

- True
- False

#### **Question 2: Amazon is the wildest river in the world. (True/False, Score: 1)**

- True
- False

#### **Question 3: Steve Jobs is the fonder of Facebook. (True/False, Score: 1)**

- True
- False

#### **Question 4: What is capital of Australia? (Multiple Choice (4 choices), Score: 1)**

- Sydney
- Melbourne
- Canberra
- Brisbane

**Question 5: Which planet is the closet to the earth? (Multiple Choice (4 choices), Score: 1)**

- Mercury
- Venus
- Mars
- Jupiter

**Question 6: Who is the first Astronaut? (Multiple Choice (4 choices), Score: 1)**

- Valentina Tereshkova
- John Glenn
- Yuri Gagarin
- Petrov Musilani

**Question 7: Which symbol is the Stop sign? (Multiple Choice (4 choices), Score: 1)**

- 
- 
- 
- 
- 

**Question 8: Which flower is sunflower? (Multiple Choice (4 choices), Score: 1)**



**Question 9: Who is never been the prime minister of Thailand? (Multiple Answer (6 choices), Score: 1)**

- Prem Tinsulanonda
- Samak Sundaravej
- Chalem Ubumrung
- Banham Silpa-archa
- Chuan Leekpai
- Apirak Kosayothin

**Question 10: Which are Mammalia? (Multiple Answer (6 choices), Score: 3)**

- Dog
- Dolphin
- Turtle
- Whale
- Bat
- Kangaroo

**Question 11: Which country is not in South East Asia?  
(Multiple Answer (6 choices), Score: 2)**

- Lebanon
- Cambodia
- India
- China
- Indonesia
- Malaysia

**Question 12: Which direction does the sun rise? (Fill in  
blank (text), Score: 1)**

Answer:

**Question 13: What season is in February (in Thailand)?  
(Fill in blank (text), Score: 1)**

Answer:

**Question 14: What athlete does Tiger Wood is? (Fill in  
blank (text), Score: 1)**

Answer:

**Question 15: How many months in 1 year that have 31  
days? (Fill in blank (integer), Score: 1)**

Answer:

**Question 16: How many countries in South East Asia? (Fill  
in blank (integer), Score: 1)**

Answer:

**Question 17: How many people are there in Thailand (in 2009)? (Fill in blank (integer), Score: 1)**

Answer:

**Question 18: How many pound in one kilogram? (Fill in blank (decimal), Score: 1)**

Answer:

**Question 19: What is the value of Pi? (Fill in blank (decimal), Score: 1)**

Answer:

**Question 20: What is the result of 213 divided by 8? (Fill in blank (decimal), Score: 1)**

Answer:

จากรูปแบบการนำเสนอคำถามที่ได้ออกแบบไปนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการนำเสนอคำถามที่แสดงโดยระบบอื่น พบว่ารูปแบบการนำเสนอคำถามที่งานวิจัยนี้นำเสนอ สามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานได้มากกว่า โดยอาศัยประโยชน์จากฟังก์ชันที่เพิ่มเติมเข้ามา ตัวอย่างรูปแบบการนำเสนอคำถามจากระบบอื่น เป็นดังนี้

Thailand is in Southeast Asia.

**Choose one:**

- True  
 False

Back  Skip

รูปที่ 1 รูปแบบการนำเสนอคำถามจากระบบอื่น (1)



<b>Question 1: Multiple Choice</b>	<b>1 Points</b>
Thailand is in Southeast Asia.	
<input type="radio"/> True <input type="radio"/> False <input checked="" type="radio"/> Leave blank	
<b>Question 2: Multiple Choice</b>	<b>1 Points</b>
Amazon is the wildest river in the world.	
<input type="radio"/> True <input type="radio"/> False <input checked="" type="radio"/> Leave blank	
<b>Question 3: Multiple Choice</b>	<b>1 Points</b>
Steve Jobs is the fonder of Facebook.	
<input type="radio"/> True	

รูปที่ ง. 2 รูปแบบการนำเสนอคำถามจากระบบอื่น (2)

จากรูปแบบการนำเสนอคำถามจากระบบอื่นที่ถูกแสดงในรูปข้างต้น พบว่าการเนวิกตคำถามในระบบอื่นนั้นจะต้องทำการไล่หาคำถามที่ละเอียดเพื่อให้ถึงคำถามที่ต้องการ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการนำเสนอคำถามในงานวิจัยนี้ ดังรูปที่ ง.3 พบว่ารูปแบบการนำเสนอคำถามในงานวิจัยนี้มีฟังก์ชันเพิ่มเติมที่ช่วยอำนวยความสะดวก และเพิ่มความรวดเร็วในการเนวิกตคำถาม ได้แก่ ฟังก์ชันในการค้นหาคำถามข้อที่ยังไม่ได้ตอบก่อนหน้าหรือถัดไป เพื่อลดเวลาในการค้นหาด้วยตัวเอง ฟังก์ชันในการไปยังคำถามที่ต้องการ เพื่อลดเวลาในการไล่หาคำถามที่ละเอียดเพื่อให้ถึงคำถามที่ต้องการ ฟังก์ชันตรวจสอบคำตอบของคำถามทุกข้อที่ผู้ใช้งานตอบไปแล้ว เพื่อลดเวลาในการตรวจทานคำตอบที่ละเอียด และฟังก์ชันตรวจคำตอบที่จะสามารถเรียกใช้งานได้ เมื่อผู้ใช้งานตอบคำถามครบทุกข้อแล้ว ซึ่งสามารถป้องกันความผิดพลาดในการส่งแบบทดสอบไปตรวจคำตอบ ในกรณีที่ผู้ใช้งานยังตอบคำถามไม่ครบทุกข้อ

question

Question 1: Thailand is in Southeast Asia. (True/False, Score: 1)  
 Question 2: Amazon is the wildest river in the world. (True/False, Score: 1)  
 Question 3: Steve Jobs is the founder of Facebook. (True/False, Score: 1)  
 Question 4: What is capital of Australia? (Multiple Choice, Score: 1)  
 Question 5: Which planet is the closest to the earth? (Multiple Choice, Score: 1)  
 Question 6: Who is the first Astronaut? (Multiple Choice, Score: 1)  
 Question 7: Which symbol is the Stop sign? (Multiple Choice, Score: 1)  
 Question 8: Which flower is sunflower? (Multiple Choice, Score: 1)  
 Question 9: Who are never been the prime minister of Thailand?  
 Question 10: Which are Mammalia? (Multiple Correct Answer, Score: 1)  
 Question 11: Which country is not in South East Asia? (Multiple Choice, Score: 1)  
 Question 12: Which direction does the sun rise? (Fill in blank (text), Score: 1)

**Amazon is the wildest river in the world. (True/False, Score: 1)**

True  
 False

Previous undone question Previous Next Next undone question Go to question:  Go

Check answered questions

รูปที่ ง. 3 รูปแบบการนำเสนอคำถามจากงานวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณัฐพงศ์ ลือพัฒนสุข เกิดเมื่อวันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2527 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550

โดยระหว่างการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต งานวิจัยชิ้นนี้ของผู้วิจัย และคณะได้รับการคัดเลือกให้ถูกตีพิมพ์เป็นบทความวิชาการระดับนานาชาติเรื่อง “Accessible QTI Presentation for Web-Based E-Learning” ในการประชุมทางวิชาการ “8th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A2011)” ซึ่งจัดขึ้น ณ เมืองไฮเดอราบาด (Hyderabad) ประเทศอินเดีย ระหว่างวันที่ 28-29 มีนาคม พ.ศ. 2554



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย