



E-learning System to Foster Inferential Skills Using Story Boards

Apichaya Khwankaew

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Information Technology

Prince of Songkla University

2017

Copyright of Prince of Songkla University

Thesis Title E-learning System to Foster Inferential Skills Using Story Boards
Author Miss Apichaya Khwankaew
Major Program Information Technology

Major Advisor

.....
(Dr. Kiyota Hashimoto)

Examining Committee:

.....Chairperson
(Asst. Prof. Dr. Aziz Nanthaamornphong)

.....Committee
(Dr. Kiyota Hashimoto)

.....Committee
(Dr. Thatsanee Charoenporn)

The Graduate School, Prince of Songkla University, has approved this thesis as partial fulfillment of the requirements for the Master of Science Degree in Information Technology

.....
(Assoc. Prof. Dr. Teerapol Srichana)
Dean of the Graduate School

This is to certify that the work here submitted is the result of the candidate's own investigations.
Due acknowledgement has been made of any assistance received.

.....Signature

(Dr. Kiyota Hashimoto)

Major Advisor

.....Signature

(Miss Apichaya Khwankaew)

Candidate

I hereby certify that this work has not been accepted in substance for any degree, and is not being currently submitted in candidature for any degree.

.....Signature

(Miss Apichaya Khwankaew)

Candidate

Thesis Title	E-learning System to Foster Inferential Skills Using Story Boards
Author	Miss Apichaya Khwankaew
Major Program	Information Technology
Academic	2017

ABSTRACT

E-learning systems have been developed since 1960s, and with ubiquitous learning more easily available with the Internet and smartphones, they have become part of usual learning processes. However, most of them are related to repetition and memorization in language learning, arithmetic calculations, and other simple knowledge-based subjects. On the other hand, 21st-century skills have been advocated, where more abstract level skills are expected to be learned. Among them is thinking skills. Thinking skills are further categorized into several types, but one of the common basic skills is the inferential skill with which learners successfully employ their existing knowledge to find hidden relations, possible outcomes, prospective implications, etc. Thus, e-learning systems to foster the inferential skill are expected. In this research, I develop a prototypical web-based e-learning system to foster the inferential skill. The system employs story boards in the form of four-panel cartoons where learners are supposed to fill a blank using their inferential skills, and their mastery is measured to expose them to similar but different situational story boards. The effectiveness of this method and system is experimentally measured. The results from the experiments demonstrated a change for the better after the learners learned through an e-learning system. This system can be used as a guide for developing learning media that promotes inference skills in other situations.

Keywords: E-learning system, Thinking skills, Inferential skills and Story boards.

ชื่อวิทยานิพนธ์	ระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมานด้วยบทภาพ
ผู้เขียน	นางสาวอภิษฐา ขวัญแก้ว
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

ระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 และด้วยการใช้งานอินเทอร์เน็ตและสมาร์ตโฟนที่เพิ่มสูงขึ้น จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยทำให้กระบวนการเรียนรู้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น โดยกระบวนการเรียนรู้ส่วนใหญ่มีความเกี่ยวเนื่องมาจากการทำซ้ำและการจดจำ ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ทางภาษา การคำนวณในวิชาทางคณิตศาสตร์ และวิชาพื้นฐานอื่น ๆ ในศตวรรษที่ 21 ได้มีการส่งเสริมการใช้ทักษะทางความคิดในการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทักษะทางความคิดสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท แต่โดยพื้นฐานทั่วไป คือ ทักษะทางความคิดเชิงอนุมานที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่มีอยู่ในการค้นหาความสัมพันธ์ ค้นหาผลลัพธ์ที่เป็นไปได้และอื่น ๆ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาต้นแบบของระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบของเว็บไซต์เพื่อส่งเสริมทักษะการอนุมานให้แก่ผู้เรียน โดยเนื้อหาภายในระบบจะนำเสนอเป็นบทภาพในรูปแบบของการ์ตูนสี่ช่อง เพื่อให้ผู้เรียนเติมข้อมูลหรือคำตอบที่ขาดหายไปโดยใช้ทักษะการอนุมานและความชำนาญของผู้เรียน โดยการวัดประสิทธิภาพของการเรียนรู้คือทดลองให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ในหัวข้อที่คล้ายกันแต่เหตุการณ์แตกต่างกันออกไปในการเรียนรู้เพื่อลดข้อจำกัดในเรื่องของการจำ โดยผลจากการทดลองแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นหลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้ และสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการอนุมานในสถานการณ์อื่น ๆ

คำสำคัญ: ระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์, ทักษะการคิด, ทักษะการอนุมาน, บทภาพ

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to thank all the people who contributed in some way to the work described in this thesis. Foremost, I wish to thank Master of Science in Information Technology, Prince of Songkla University, Phuket Campus for research scholarship and I would first like to thank my thesis advisor Dr. Kiyota Hashimoto. Whenever I ran into a trouble spot or had a question about my research or writing I could consult him. He consistently allowed this to be my work, but steered me in the right direction whenever he thought I needed it. I would like to thank the lectures and all of staffs of Master of Science in Information Technology for consultants and recommendation for this thesis. I would also like to thank the experts and the participants who were involved in the experiment for this research. Without their passionate participation, the experiment could not have been successfully conducted.

Besides my advisor, I would like to thank the rest of my thesis committee: Asst. Prof. Dr. Aziz Nanthaamornphong and Dr. Thatsanee Charoenporn, for their encouragement, insightful comments, questions and recommendations.

Finally, I must express my very profound gratitude to my parents, to my family and to my friends for providing me with unfailing support and continuous encouragement throughout my years of study and through the process of researching and writing this thesis. This accomplishment would not have been possible without them. Thank you.

Apichaya Khwankaew

Contents

	Page
Abstract	(5)
Abstract (Thai)	(6)
Acknowledgement	(7)
Contents	(8)
List of Tables	(11)
Table of Figures	(12)
CHAPTER 1 Introduction	1
1.1 Statement of the Problem	1
1.2 Objectives	4
1.3 Scope	4
1.4 Expected Outcome	4
CHAPTER 2 Literature and Theory Review	6
2.1 Introduction of Literature and Theory Review	6
2.2 Learning Theory	7
2.2.1 The Definition of Learning	7
2.2.2 Bloom's Taxonomy	7
2.2.3 Three Views of Learning: Behaviorist, Cognitivist, and Constructivist Views	8
2.3 The 21st Century Skills	11
2.3.1 Critical Thinking Skills	12
2.3.2 Inferential Skills	14
2.4 E-learning	16
2.5 Instructional Design for E-learning System Development	20
2.5.1 Analysis Phase	21
2.5.2 Design Phase	22
2.5.3 Development Phase	23
2.5.4 Implementation Phase	23

Contents (cont.)

	Page
2.5.5 Evaluation Phase	23
2.5.6 Instructional Design is Learner-Centered	23
2.6 Web-Based Instruction (WBI)	24
2.7 Story Boards and Four-Panel Cartoons	26
2.8 Concluding Remarks	28
CHAPTER 3 Methodology	29
3.1 Overview of the Research Methodology	29
3.2 Analysis Phase	32
3.3 Design Phase	34
3.4 Development Phase	36
3.5 Implementation Phase	36
3.6 Evaluation Phase	37
3.7 Concluding Remarks	37
CHAPTER 4 Contents Creations	38
4.1 Introduction	38
4.2 Story Choice	39
4.3 Creating Story Boards with Four-Panel Cartoons	39
4.4 The Validity of Learning Materials	41
CHAPTER 5 Dual Questionnaire Survey Method for Answer Choice Creation	44
5.1 Introduction	44
5.2 Dual Questionnaire Survey Method	45
5.3 Result and Discussion of the Dual Questionnaire Survey Method	47
5.3.1 An Interpretation of the result	47
5.3.2 The Reliability of the Situations with Answer Choice Evaluation	48
5.3.3 Difficulty of Each Question	50
5.3.4 Accuracy of Content	52

Contents (cont.)

	Page
CHAPTER 6 Detail of the System	53
6.1 Introduction	53
6.2 The E-learning System Development	53
6.3 The User Interface of the E-learning System	55
6.3.1 System Information	55
6.3.2 System Navigation	58
6.3.3 The Contents in the E-learning System	63
CHAPTER 7 Evaluation of Learning and the System	65
7.1 Introduction	65
7.2 E-learning System Evaluation with a Comparative Experiment	65
7.2.1 Objective of the Experiment	65
7.2.2 The Experiment Condition	67
7.2.3 Experiment Procedures	67
7.2.4 Results of E-learning System Evaluation by Experiments	69
7.3 The E-learning System Evaluation with the Learner Satisfaction	72
7.4 Discussion	75
CHAPTER 8 Conclusions	77
8.1 Conclusion	77
8.2 Future Work	78
References	79
Appendix	83
Vitae	126

List of Tables

Tables	Page
Table 2.1 Seven cs of the 21st century lifelong skill	12
Table 2.2 Clue to infer an answer in reading tasks	16
Table 4.1 Content validity	43
Table 5.1 Question 22 in the first and the second surveys	47
Table 5.2 Transformed result of the second questionnaire survey for reliability	49
Table 5.3 Summary of difficulty	50
Table 5.4 Difficulty of each situation	51
Table 5.5 The result of evaluation content accuracy	52
Table 6.1 Major functional and nonfunctional requirements	54
Table 7.1 The details of both experiments	67
Table 7.2 The number of questions in pretest, training, posttest, and quiz	68
Table 7.3 Rating of inferential skill level	69
Table 7.4 Result of experimental group	70
Table 7.5 Result of the control group	70
Table 7.6 The comparison of both experiments	71
Table 7.7 Rating of learner satisfaction	72
Table 7.8 The comparison of learner satisfaction	73
Table 7.9 Optional users' suggestions in the satisfaction survey	75

Table of Figures

Figures	Page
Figure 1.1 21st century skills framework	2
Figure 2.1 ADDIE model	20
Figure 2.2 Traditional YONKOMA layout	27
Figure 3.1 Overview of the e-learning system and learning	30
Figure 3.2 Overview of the dual questionnaire survey method	31
Figure 3.3 The overview of the research program	34
Figure 4.1 An example of four-panel cartoons	41
Figure 5.1 Overview of the dual questionnaire survey method	45
Figure 6.1 The objective of the system	56
Figure 6.2 The information about the inferential skills	56
Figure 6.3 Explanation about the menus in the e-learning system	57
Figure 6.4 Explanation about the contents in the e-learning system	57
Figure 6.5 Registration page	59
Figure 6.6 Login page	59
Figure 6.7 The home page of the e-learning system	60
Figure 6.8 The instruction for the pretest menu	60
Figure 6.9 An example of contents in the e-learning system (first panel)	61
Figure 6.10 An example of contents in the e-learning system (second panel)	61
Figure 6.11 An example of contents in the e-learning system (third panel)	62
Figure 6.12 An example of contents in the e-learning system (fourth panel)	62
Figure 6.13 The score of inferential skill level	63

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 Statement of the Problem

In the 21st century, e-learning systems are playing more important roles in “learning anywhere anytime” (Hussain, *et al.*, 2013). The Internet has been more widely available to more people, and more e-learning systems are offered online through the Internet. E-learning systems for individual learning have mainly been developed for simple tasks like memorization and exercise repetitions to absorb the simpler part of knowledge in a subject, but they are more expected to provide learners with opportunities for new, diverse learning environments (Yaghoubi and Malekmohammadi, 2008). In particular, 21st century skills have recently been advocated (DiCerbo, 2014). Though there are variations among researchers and advocates as to what to be included in the 21st century skills, common among them is the recognition of the importance of various thinking skills, as shown in Figure 1.1. Some e-learning systems have been designed for collaborative learning, including some typical learning management systems such as Moodle (Martinez, 2008) and Smart Sparrow¹.

Such systems have been designed to enhance thinking skills through discussion and collaborations among learners, mostly based on social constructivism, but few have been successfully designed to foster thinking skills in the form of individual e-learning.

Thinking skills consist of many different skills, including the problem definition skill, observation skill, inferential skill, prediction skill, etc. (King, *et al.*, 1998). Among them, however, I focus on the inferential skill that is considered to be part of common basics for a variety

¹ Cited from: <https://www.smartsparrow.com/>

of thinking and communication skills. The inferential skill is the skill with which a person connects his knowledge and experience to a new situation and infers plausible causes, reasons, results, implications, etc. Thus, the inferential skill is essential in every aspect of our daily life where we are supposed to correctly interpret a given situation and infer what happens next or why it happens.

In this research, I pursue a new possibility of e-learning for thinking skills, in particular, the inferential skill to be employed in daily situations. As a specific example situation, though the concept of my study is not limited to it, I take various traffic situations, where quick observations of road situations must lead to an appropriate driving action, with the help of the driver's knowledge and experience. In other words, learners of my e-learning system are presented with different traffic situations to practice the exercise of their inferential skill for better driving.

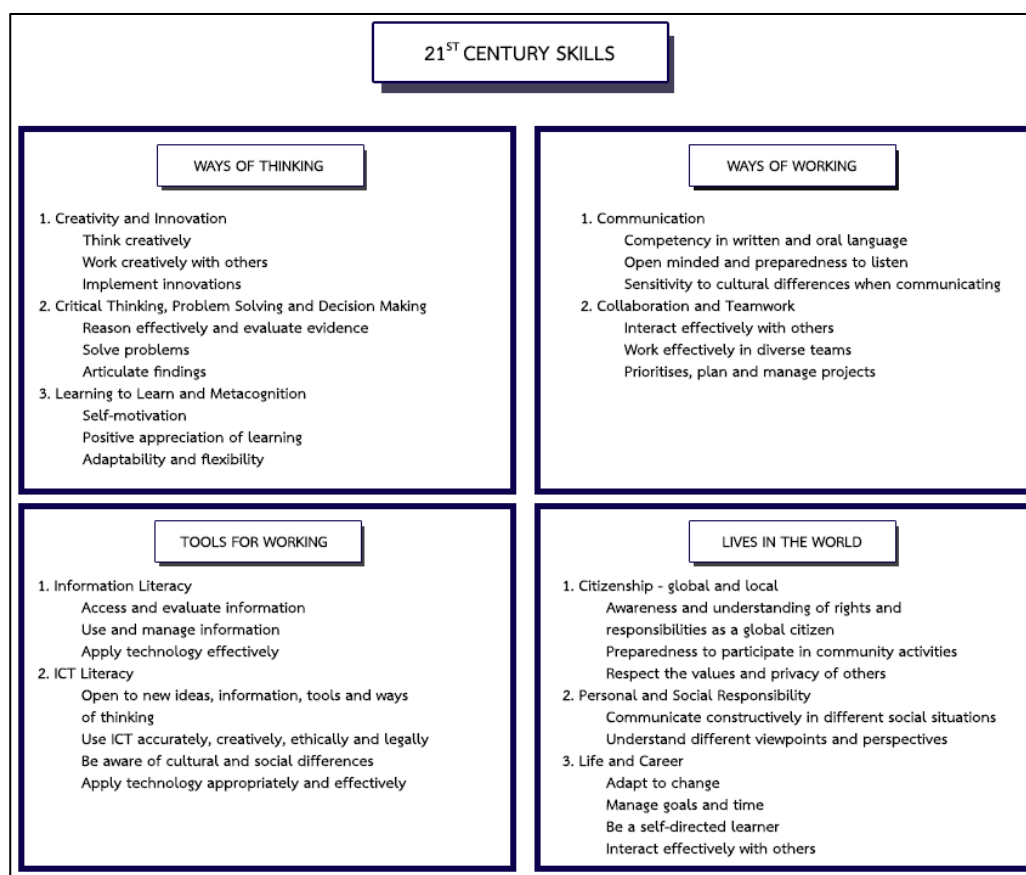


Figure 1.1 21st century skills framework (Adapted from: <http://www.gwsc.vic.edu.au/21st-century-skills-framework>, 13 November 2015)

For this purpose, there will be a variety of ways to present a specific situation to the learner, from textual descriptions to videos or CGs, and I adopt the idea of story boards to balance the cost and the effects. The story board is a set of simple illustrations with dialogs to offer a simple presentation of a story. In particular, I adopt the four-panel cartoon system for story board presentation. The four-panel cartoon is one of the simplest methods to present a story where each panel shows a given situation, a story expansion, a puzzling development, and a conclusion. The adoption of four-panel cartoons has two reasons: they are appropriate for training the inferential skill because it will contain a puzzling situation whose adequate interpretation requires inference, and they can be implemented easily and at a lower cost, compared to full animations or movies.

With the concept mentioned above, I develop a prototypical e-learning system for the inferential skill in the traffic situations. The system has all the basic features of user authentication, user activity logging, learning materials both for training and testing, and it is also planned for learning to deliver cost effective, easily accessible and ubiquitous education to all ages and social backgrounds, regardless of time and space. The system to be implemented is a web-based one, which is easily accessible from both smartphones and PCs.

One of the most difficult parts in developing such an e-learning system is how to prepare different degrees of answers. Unlike a simple arithmetic quiz, inference may not have the only one correct answer; rather, there are a variety of plausible, possible, and rare answers. However, if the course designer tries to prepare all those different answers, his/her thinking tendency will bias the choices, or will miss some plausible choices. In order to prepare more appropriate choice sets for each question, I propose a dual questionnaire survey method with which the first group of subjects is asked to answer freely and the second group of more experienced subjects is asked to rate the answers of the first group. With this method, it is easy to obtain a variety of answer choices that learners are likely to think up of, and such realistic choices are appropriately ranked according to the result of the second questionnaire survey. The effectiveness of this method is confirmed with experiments.

The effectiveness of this system is also measured both from the learning effects and usability. The learning effects are evaluated with the comparison between the control and experimental groups with this system, and the usability of this system is also evaluated from learner's satisfaction with questionnaire surveys by subjects when they finish their learning.

1.2 Objectives

- 1) Develop a prototypical e-learning system to foster the inferential skill.
- 2) Establish evaluation methods for the inferential skill with the use of the prototypical e-learning system.

1.3 Scope

The scope of this research is how to foster thinking skills, in particular, the inferential skill with an e-learning system that can be helped the subjects to access easily without installing a system on device, and established how to evaluate the improvement of thinking skills using this e-learning system.

1.4 Expected Outcome

To establish an e-learning system and evaluation method using story board or four-panel cartoons that are expected to be used in a variety of learning.

The rest of this master's thesis is organized as follows. In chapter 2 gives an overview of literature and theory of other work and research areas that related to this thesis. Chapter 3 describes the methodology. Chapter 4 describes how to create the contents. Chapter 5 describes how to create answer choices by the dual questionnaire survey method. Chapter 6 describes the detail of the e-learning system. Chapter 7 then explains the evaluation of the system and explains results and discussion. Finally, Chapter 8 presents my conclusions.

CHAPTER 2

LITERATURE AND THEORY REVIEW

2.1 Introduction of Literature and Theory Review

Learning is obviously necessary and important to gain knowledge for our survival and better living. Learning can be done both in and out of the classroom, and in particular, due to the prevalence of the Internet and smartphones, e-learning systems have more important roles for ubiquitous learning, or “learning anywhere, anytime”. There are a variety of learning objects to be learnt, but a greater focus has recently been put on thinking skills and other more abstract skills, instead of simple memorization of fragmented knowledge. Such e-learning systems must be based on the solid backgrounds from concept to implementation to practice, since the target learning objects are not so simple and obvious, the learning process is not perfectly known yet, and the learning and system evaluations are not straight-forward.

In this chapter, as a literature survey, a variety of different but related topics in learning and education are introduced, among which are learning theory, e-learning theory, the 21st century skills, instructional design, as well as more directly related concepts such as story boards.

2.2 Learning Theory

2.2.1 The Definition of Learning

Learning always involves changes in the mind of the learner, such as an acquisition of new habits, new knowledge, new attitudes, based on learning experiences, often leading to the learner's social adjustments to a variety of topics and issues in our society. Since the concept of change is inherent in the concept of learning, any change in behavior means that learning is taking place. Learning that occurs during the process of change can be referred to as the learning process. Learning is a change in the individual triggered by the interaction between the learner and a specific environment, and learning will fill the gaps between the learner and the environment, in order to act properly and to solve problems in the given environment. Another definition of learning by Cronbach tells that "Learning is shown by a change in behavior as a result of experience". However, Harris and Schwahn go on to distinguish among of learning: (1) learning as product which emphasizes the outcome of the learning, (2) learning as a process which emphasizes what happens during the course or learning, and (3) learning as a function which emphasizes certain critical aspects of learning, such as motivation, retention, and transfer, which is assumed to make behavioral changes in human learning possible (Knowles, 1973).

2.2.2 Bloom's Taxonomy

Learning is involved in different levels of understanding. For example, when we try to learn a word in a foreign language, the first step will be to recognize the meaning of the word when we read or hear it; the second step will be to be able to use the word in a limited condition when we write or speak; and a later step will be to be able to make full use of the word. To clarify different levels of understanding, Bloom proposed a taxonomy for learning and understanding, which divides understanding into six different levels (Driscoll and Driscoll, 2005).

- 1) *Remember* is the ability to retrieve, recognize, and classify prior knowledge and experience from long-term memory correctly and precisely.

- 2) *Understand* is the ability to identify the main idea or construct the meaning from instructional messages with translating, interpreting, exemplifying, classifying, summarizing, inferring, comparing, explaining, etc.
- 3) *Apply* is the ability to carry out or use a rule or a procedure in a given situation and can implement something based on guidelines and methods for the specific situation.
- 4) *Analyze* is the ability to separate materials into its constituent parts and determine how those parts are composed into the whole with interactive relations among them for a specific purpose to be solved.
- 5) *Evaluate* is the ability to make predictions or judgments based on criteria and standards (including checking, and criticizing).
- 6) *Create* is the ability to put elements together to form a joint or the functional whole and reorganize elements into a new pattern or structure (including generating, planning, and producing).

It is obvious that the higher the level is, the more necessary various thinking skills are. In other words, when constructing an e-learning system, it is important to set its goal in terms of these levels and to provide appropriate contents, instructions, and assistance for the learner.

2.2.3 Three Views of Learning: Behaviorist, Cognitivist, and Constructivist Views

When designing an e-learning system, it is essential to know the learning process, but as the actual learning process occurs in our brain, which cannot be directly investigated, many different theories have been proposed on the learning process. In the field of education, educational pedagogy, and education technology, there have been three influential theories: behaviorist, cognitivist and constructivist theories. (Ertmer and Newby, 1993).

2.2.3.1 Behaviorist Theory

The behaviorist theory assumes that learners look like a blank slate and lecturers must provide experiences for learners. The instructions or stimuli from the environment, including lecturers, will be presented or introduced to the learners and effectively show symptoms that respond to stimuli. The correct response to something important depends on the reinforcement

required to provide the new desirable behavior form. Thus, the learning process contains enough repetition in order to make such a response almost an automatic behavior. In other words, all learnings are assumed to be empirical and thus to be based on patterns in which the correct pairs of stimuli and response are described.

The behaviorist view is based on behavioral psychology, which was dominant in 1950s, and affected the basic structure of e-learning systems in 1960s, which was then called Computer Assisted Instructions, in which the learning objects were categorized into patterns and each pattern was expected to be learnt through practicing many similar exercises to the level that the pattern was printed in the brain. Although the typical, or extreme, implementation of the behaviorist view is considered to be obsolete, modest types of pattern practice are still often used in e-learning systems for language learning and others.

2.2.3.2 Cognitivist Theory

The cognitivist theory focuses more on the learning process itself in the learner's brain. It is assumed that cognition is roughly divided into two parts, cognition and meta-cognition. Cognition is the part directly related to the targeted action and behavior while meta-cognition is the part that monitors and controls cognition, action, and behavior. When meta-cognition works well, the learner can obtain feedbacks from cognition and modify his/her action and behavior appropriately, which is supposed to contribute to the quality of learning. Thus, among others, education is expected to improve the role of meta-cognition, as well as to provide the learning objects in a way that cognition and meta-cognition work easily. At the same time, the cognitivist theory of learning pays much attention to other psychological aspects that may affect the quality of learning. Among others, motivation and self-regulation are considered to play important roles in learning.

The cognitivist theory is based on cognitive psychology, which was dominant in 1970s. Importantly, the cognitivist theory of learning naturally assumes that learning is the process solely done in one's own brain, ignoring all social aspects of learning, which was severely criticized by social constructivists in 1980s.

2.2.3.3 Constructivist Theory

The constructivist theory is a theory of knowledge based on the assumption that I construct our own perspective, knowledge, and wisdom through individual and social experiences. From behaviorist and cognitivist views, the learning objects are assumed to exist without the learner; and the learner is expected to obtain, acquire, and master them. From the constructivist view, on the other hand, all knowledge and skills are constructed through learning, and according to the simple fact that much of the knowledge is shared among people, they are considered to be constructed through social interactions. Under this perspective, the constructivist theory focuses on preparing the learner to solve problem in unclear situations, assuming that “Learners construct their own reality or at least interpret it based upon their perceptions of experiences”, and an individual's knowledge is derived from one's prior experiences, knowledge, and beliefs that are used to interpret situations (Agrawal, 2007). Put it simply, the constructivist theory has the following assumptions:

- 1) Knowledge is constructed from experience.
- 2) Learning is an active process in which meaning is developed on the basis of experience.
- 3) Conceptual growth comes from the discussion, the sharing of multiple perspectives, and the changing of internal opinion through collaborative learning.
- 4) Testing should be integrated with the lesson and should not separate activity.

2.2.3.4 Learning Theories and Instructional Strategies

Learning theories have a direct influence on instructional strategies and thus the actual learning processes with a particular instructional strategy. In the previous subsection, three influential theories on learning are introduced, and each has its own focus on a specific learning aspects: first, the behaviorist theory assumes that the learning objects have patterns and learners are supposed to acquire those patterns; second, the cognitivist theory assumes that the learner is bound to their learning capacity in brain, and learners are supposed to control his own learning, as well as the learning objects being presented in an appropriate way; and third, the constructivist theory assumes that learning is the creation or re-construction of the learning objects

and thus the presentation of the learning objects is supposed to trigger the creation process, instead of just presenting the correct answer. Some instructional strategies and e-learning systems adopt one of these three assumptions while others adopt more than one of them according to the contents and learning stages. In my research, I take the latter approach simply because it is more realistic considering many different parts in an e-learning system.

In particular, this thesis focuses on two aspects: (1) the learning objects are presented as story boards, which are expected to be efficient in learning and effective in cost, mostly from the cognitivist viewpoint, and (2) the presentation of the learning objects is designed to let the learner think of the situation by themselves and reach a valid conclusion using their own prior knowledge and experience and create a new piece of knowledge, mostly from the constructivist viewpoint.

2.3 The 21st Century Skills

Recently, the 21st century skills have been advocated, which are often summarized as Seven C's of the 21st century lifelong skills (Trilling, 2007) as show in Table 2.1. This is based on the assumption that the 21st century requires people to cope with issues that have no existing solutions and should be solved cooperating with other people because many issues are related to many different fields that cannot be covered appropriately by one person. As Table 2.1 shows, the most important among them is critical thinking-and-doing because the other skills are more or less dependent on it. In particular, general inference is regarded as one of the core thinking skills. General inference is related to how we make a reasonable guess on what will likely happen next to a given situation, what a probable reason is, and what is likely related (Salpeter, 2003).

Table 2.1 Seven Cs of the 21st century lifelong skill

Seven Cs	Component Skills
Critical Thinking-and-Doing	Problem-solving, Research, Analysis and General Inference.
Creativity	New Knowledge Creation, “Best Fit” Design Solutions, Artful Storytelling.
Collaboration	Cooperation, Compromise, Consensus, Community-building.
Cross-cultural Understanding	Across Diverse Ethnic, Knowledge and Organizational Cultures
Communication	Crafting Messages and Using Media Effectively
Computing/ICT Literacy	Effective Use of Electronic Information and Knowledge Tools
Career & Learning Self-reliance	Managing Change, Lifelong Learning and Career Redefinition

2.3.1 Critical Thinking Skills

As seen in the previous subsection, the critical thinking skill is the most important skill in the Seven Cs of the 21st century lifelong skill, and thus it should be regarded as one of the most important targets of learning in the current age. Every day, people proceed thinking, evaluate opinions of others, make decisions, draw conclusions, etc., and it goes without saying that critical thinking is an important skill to foster in learners engaged in the learning process for their professionals (Saadé, *et al.*, 2012). However, it is not always true that they employ the critical thinking skill properly. On the contrary, people generally tend to perceive what they want and disregard facts or evidence that do not relate to their way of perceiving. The main purpose of critical thinking in evaluation is to evaluate everything including his own knowledge and experiences logically and critically to find important problems underlying the thinking object for the purpose of leading to a balanced, sound conclusion and/or solution (Akyüz and Samsa, 2009). Critical thinking, as well as problem-solving, research, creative idea generation, and team-building skills, are the skills that learners are expected to acquire through learning and eventually take them into their careers. Critical thinking is usually considered to consist of analysis, evaluation, inference, and interpretation to obtain a solution to a problem (Noll and Wilkins, 2002).

From the viewpoint of fostering thinking skills, the aim of all instructions and the learning environment to be provided is to lead the learner to think by themselves and to take their responsibility for their learning, which is also the important assumption in the cognitivist and constructivist theories. In the case of e-learning systems, with which the learner becomes free of the restriction of learning spaces such as classrooms or schools, the system design should provide clear instructions and contents to help foster thinking skills and should keep motivation of the learner, the latter of which is out of the scope of this study. As regards the former, there are more constraints on the development of critical thinking in virtual environments compared to the traditional classroom settings due to lack of understanding of how to integrate creative instructional strategies as well as a frequent lack of interactions between the instructor and the learner and among learners. Some researchers suggest, however, that online learning can indeed help to give learners opportunities for a better learning mastery at their own pace without time constraint, and MOOC and other platforms also provide interactions between the instructor and the learner and among learners. Burgess found that the employment of WebCT improved reading engagement and critical thinking skills (Burgess, 2009) and Thomas and Morin found that critical thinking was supported by online case study instruction (Thomas and Morin, 2010). Therefore, it is considered that the development of an e-learning system for thinking skills are indeed possible but more research is needed on various aspects of it.

There are some inherent difficulties in the development of such an e-learning system. First, assessment on the development of critical thinking in virtual environments is not straightforwardly easy compared to a system for simple knowledge acquisition. For the later, learning assessment is based solely on how much knowledge the learner has acquired. In the case of simple skill mastery, learning assessment can also be based on whether the learner can do some task that needs the skill. In other words, knowledge acquisition and simple skill mastery are directly related to whether the learner can remember or do the learning objects. On the other hand, thinking skills are more indirectly related to the learning materials. It is often the case with the learner that he/she just remembers the specific learning materials, instead of trying to understand and acquire what kind of thinking is needed and exercised. From the viewpoint of constructivists, in particular, thinking skills as a true learning object are to be constructed through learning, and learning

materials to be presented to the learner serves as example situations in which the learner is expected to exercise a particular type of thinking skills. This discrepancy between the learning objects (e.g., thinking skills) and the learning materials (problems and situations that require thinking skills) makes assessment of mastery of thinking skills more difficult.

More consideration on this point is out of the scope of this thesis, and I chose a simple approach, though it is expected to be valid for the particular topic of my e-learning system. First, in order to avoid assessing a mere remembrance, learning assessment is conducted with totally different questions from the learning materials presented in their learning phase. It may contain a totally different materials from the learning materials, but in my case, the target topic is the prediction of what will happen next when driving a car using general inferential skills. In this case, although there are innumerable possible situations, inference is simple because what the learner should learn is to predict a danger according to a given situation limited to traffic situations. Second, the contents selection for the learning and testing phase is simple as above, the e-learning system to be developed also records part of learning activities, in particular how much they take to reach their answer. Together with the first condition that the learning and testing phases employ totally different questions, it is expected that a better mastery of inferential skills in terms of driving will reduce the time to reach an answer.

There are also many different ways to present problems and possible answer choices. Psychological research suggests that three item formats are useful in measuring skills: (1) selection, which includes multiple-choices, matching, and ranking; (2) generation, which includes short answers by the learner; and (3) explanation, which involves giving reasons for the selection (King, *et al.*, 1998). As a prototypical system, the e-learning system to be developed adopts selection, because it is better to keep the system and assessment simple.

2.3.2 Inferential Skills

Critical thinking skill consists of many different thinking skills such as problem-solving, research, analysis and general inference. In this thesis, I focus on general inference. Inference is a mental activity in which a person guesses the reason, plausible outcomes, hidden implications, etc., from a given situation where they are not directly available, usually based on

a person's prior knowledge and experiences that also may not give him a direct answer. In most of the cases, we do not do exactly the same thing as before because a given situation may well contain something different. In this sense, the proper inferential skill is essential for our daily life as well as for our professional work.

In the past research, the inferential skill has often been focused on in the education of reading (Clark, 2003 and Kispal, 2008) because reading activities contain different inferential skills: to infer the meaning of the word they do not know, the antecedent of pronominal expressions, and implied or hidden relations among sentences. The clue in reading tasks that will help the learner to infer an appropriate answer in each given situation is shown in Table 2.2. Most of them are specific to reading tasks, but example-illustration, contrast, and logic are also generally used. In the case of driving situations, each actual situation is an example-illustration of some type of the possible situations. Thus, the e-learning system developed in this thesis employs four-panel cartoons, which is described in 4.2, provides a story described as a cartoon to make it easier for the learner to imagine the given situation. Contrast is also an important clue in driving. For example, if we are driving a car along a two-lane road and our lane is smooth while the other lane is congested, what may happen? Thus, it is important to be aware of a contrastive situation in the traffic to predict what will happen next. This should be included in the contents. Logic is also important but is usually supported with our past experiences. In other words, logic in Table 2.2 with our past experiences is what general inference is, which is the main target of this thesis.

Table 2.2 Clue to infer an answer in reading tasks

Clue	Description
Definition	Readers use the definition presented in the sentence to understand the unknown word.
Example-Illustration	Readers use an example or illustration to understand the unknown word.
Contrast	Readers understand the unknown word because it is compared or contrasted with another word in the sentence.
Logic	Readers think about the rest of the sentence to understand the unknown word.
Root Words and Affixes	Readers use their knowledge of root words and affixes to figure out the unknown word.
Grammar	Readers use the word's function in the sentence or its part of speech to figure out the unknown word.

2.4 E-learning

E-learning is an alternative or compensatory way of traditional learning. It combines various facets of learning with information and communication technology to produce a higher value of learning. Various e-learning systems have been developed and they have been influenced by a particular learning theory that was popular then. In the 1960s, most of the e-learning system was the type called Computer-Based Training (CBT), based on the idea of the behaviorist theory that more pattern practices will let the learner acquire a specific knowledge and skill. In the 1970s and 1980s, e-learning started to become more interactive and focused on learning at a distance thanks to the development of computer and networking technologies, but most of them were based on the cognitivist theory that the control and facilitation of the learning process was the key element in instructional strategies.

Since the 1990s, the rapid prevalence of the Internet and smartphones has made e-learning much more easily accessible regardless of where the learner is at a remarkably low cost. In other words, e-learning makes it possible now for most people to have more learning chance anywhere anytime (Mayes and Freitas, 2004).

Many e-learning systems developed since the 1990s have been based on either the behaviorist theory or the cognitivist theory, but many more have been based on the constructivist theory that learning is the creation or re-creation of knowledge both by a single person and among people. Some of them are course management systems that can contain many courses in a school or in public, providing a discussion space, and some others are collaborative learning platforms where the learners are expected to make learning collaborations on a PBT or OJT basis.

From a technological viewpoint, the Internet and smartphones have been playing decisive roles in the change of learning processes, particularly since the 2000s. Computer-Based Training (CBT), Technology-Based Training (TBT) and Web-Based Instruction (WBI) includes the features of updating contents, collecting the learner information, and communication through the Internet. The rapid popularity of smartphone since 2006 finally has opened an easy gateway to learn anywhere anytime, which also requires more responsive Web platforms that can be optimized to any environment. The improvement in speed of the learning device, whether it is a PC or a smartphone, and the Internet has also made various multimedia learning materials easily available, although the rapid growth of multimedia contents constantly requires further improvement of learning devices and the Internet.

E-learning consists of “E” and “learning”. “E” mainly refers to “how” the course is digitized and delivered. “Learning” mainly refers to “what” the course includes: not only about the learning materials but also about the learning environment that enables interactions and collaborations. It is also related to “why” people learn (Clark, 2003). On the one hand, e-learning has made education available outside of school and thus people can learn anything as part of their life-long learning. On the other hand, the inherent optionality of most e-learning systems requires a higher motivation of the learner. Both sides changed “why” people learn from a passive learning attitude of learning what they are given in a course to a positive learning attitude of learning what they want or need to learn for a specific purpose that they have.

Typical current e-learning has the following features in common (Pasha, 2005):

- 1) Contents are organized as relevant to specific learning objectives.
- 2) Instructions are more refined to facilitate learning.
- 3) Videos and pictures are widely used to appeal the learner.
- 4) Systems are designed for synchronous e-learning that is combined with a traditional course delivered in classroom or for asynchronous e-learning that is designed for self-paced individual study (asynchronous e-learning), or for both.
- 5) Learning objects, whether they are new knowledge or skills, are designed to link with individual learner's goals and needs.

New instructional methods unique to e-learning have also been proposed. Among others are the following four methods, according to (Clark and Mayer, 2016). First, contents and feedbacks can be automatically customized according to the learner's learning activities and results, together with more prompt interactions with instructors when it is designed. Second, interactions and collaborations with other learners are combined with individual learning. Third, more entertaining features such as games and simulations are employed to keep the motivation and interest of the learner. Fourth, a gigantic number, sometimes more than 10,000, of learners are targeted. The last is the most unique to e-learning, and MOOCs such as EdX, Coursera, and Udacity, Khan Academy, and Udemy are such examples. They are designed as an alternative to traditional classroom courses and the main contents of their courses are video lectures. Though the accomplishment rate of learning is still low, more universities and companies are launching more courses on various topics, and some traditional classroom courses use these online courses as supplementary or even as their main contents.

From an economic perspective, e-learning is expected to reduce the cost of teaching and learning. As regards teaching, the cost of developing one online course is obviously much higher, but once completed, small revision may survive the course longer. As regards learning, many casual tutorials posted on various websites and YouTube are available for free, and more systematically developed courses and e-learning applications are also available for free or at a low cost, together with the reduction of additional costs of studentship and others.

A typical e-learning system these days is implemented as a web-based system, which enables the educational side to collect learning data much more easily than before, together with reducing the cost of system development (Boller, 2016 and Pappas, 2017).

There has been much discussion on the potential effects of e-learning, and below are some of them that are usually considered to be important (Nayak and Kalyankar, 2010):

- 1) Focus on learning according to the learner-centered model: To help the learners to set goals or purpose and explore the demand to learn by themselves.
- 2) Ubiquitous learning environment: With e-learning, learners can study anywhere anytime. In particular an online-based e-learning system on the Internet provides easy access.
- 3) More possibility of quantitative evaluation of learning: With learning logs, which may vary among e-learning systems, a more variety of information on learning can be collected to enable a better quantitative evaluation.
- 4) More communication channels: E-learning systems can offer various communication channels between instructors and among learners, both for self-study and group- study.
- 5) Learner adaptation: E-learning system will offer a more adaptive way offer the learning materials for learners who will have different learning environments, requirements, and attitudes.
- 6) Cost reduction in learning: E-learning systems are expected to reduce educational costs.

Thus e-learning is already everywhere. From a research viewpoint, however, it needs further research. It is partly because learning consists of various factors and they are often difficult to isolate from the others, and system development and operations are still heavily dependent on human wisdom based on experiences. In this thesis, I focus mainly on two points: one is how to prepare answer choices whose question has more than one plausible answers more objectively and efficiently, and the other is to evaluate the effect of e-learning system in terms of fostering general inference particularly in the case of driving.

2.5 Instructional Design for E-learning System Development

The development of an e-learning system is usually much more difficult than the development of teaching/learning contents for classrooms in that any errors in design and contents are difficult to compensate with face-to-face interactivity. E-learning is usually not forced to conduct, unlike taking a course at school, and thus poor contents and/or poor encouragement let the learner leave. Furthermore, the development of an e-learning system is usually conducted by many different groups: instructors, system developers, marketing staffs and so on. Therefore, the development of an e-learning system needs to be much more systematized than usual course designs. Instructional design is the systematized practice or guideline to create better instructional and hence learning, experiences with which teaching and learning is expected to be more efficient, effective, and encouraging. Several different models of instructional design has been proposed, and one of the most influential models is the ADDIE model. The ADDIE model divides the course development process into five phases: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. Each phase in ADDIE model is related to and interacts with each other (Aldobie, 2015).

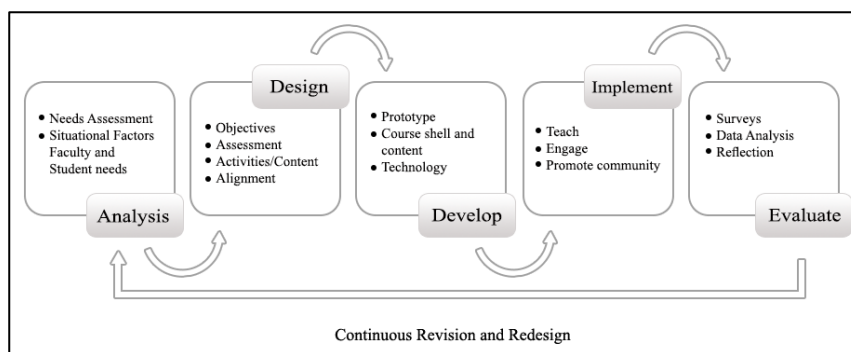


Figure 2.1 ADDIE model (Adapted from: <http://eclipse.mu.ac.in/mod/forum/view.php?id=2484>,

4 March 2016)

For each phase, the ADDIE model provides a set of critical points that need consideration and the decision by the developer. The original ADDIE model is rather simple, but many researchers and practitioners refined and elaborated it not only for traditional course designs but also for the design of an e-learning system. Thus, I designed and developed my e-learning system by following the ADDIE model. In this section, details of each phase are introduced.

2.5.1 Analysis Phase

Analysis is the starting phase where the developer tries to understand the goal, the target learner, the needs both in contents and system features, etc., or put it simply, the phase to understand the instructional problems. Typically, Analysis in the ADDIE model poses following questions, though not limited to them:

- 1) Who are the target groups?
- 2) How are target group features?
- 3) What is a new expected behavior with learners?
- 4) What is learning limitations?
- 5) What is alternative for learning?
- 6) Which pedagogical principles are adopted?
- 7) How should learning be evaluated?
- 8) What is the schedule of system development?
- 9) How much is the budget?
- 10) How should the system and service be maintained?

It is recommended to take more time to consider each question in a greater detail at this phase before going on to other phases. (1) - (4) are about the target learners. They can be further divided into more specific questions: for example, “How old are the learners?”, “What nationality are they?”, “What background do they have related to the learning object of the e-learning system to be developed?”, “What goal will the learners have or expect?”, “What in contents and learning methods may be new to them?” and “How long will the learner learn with the e-learning system?”. Considering these questions will give the system designer a clearer view of who the target learners are and what contents and features will be necessary for the e-learning system.

If appropriate, surveys interviews, preliminary testing, and contents presentation to potential target learners or related people are recommended, as well as investigating other similar systems. Through investigating these questions, the goals of the e-learning system should be set from a realistic perspective. It is also recommended to consider the possibility that unexpected learners want to use the e-learning system.

(5) - (7) are about the system design, including how to cope with the emergency like in the case that some contents are not available through the Internet. (8) - (10) are about the schedule and budget.

Importantly, the ADDIE Model is not regarded as something similar to the waterfall model in software engineering. Though it is recommended to take a good time for Analysis, it does not mean that the system designer should not come back to this phase later. It is rather recommended to come back if necessary.

2.5.2 Design Phase

The next phrase, Design, is the phrase where contents, instructions, and the system, services, and maintenance are designed in detail. It includes not only the learning materials but also various evaluation methods to measure the learner's achievements. Typical steps to take in this phrase is as follows:

- 1) To categorize the learning objects according to the desirable media.
- 2) To define instructional strategy in accordance with the expected behavior of each group in terms of cognitive, affective, and psychomotor, as pointed in 2.2.2.
- 3) To create story boards for all video lectures and other teaching materials.
- 4) To design the user interface.
- 5) To create a prototype.

If Analysis is conducted, Design will be more straightforward, but in the case of an e-learning system, much of the time for development will be spent preparing the contents, which is different from most other IT system.

2.5.3 Development Phase

Development phase consists not only of the system development but also of the contents. Importantly this phase is usually conducted by other team members than the instructional designer, which is also why Design phase should be in detail.

2.5.4 Implementation Phase

Implementation phase is the actual operations of the learning/teaching experiences with the e-learning system. During this phase, various user and system analyses should be done systematically to detect problems. If the human instructors are involved, their training is also included here, as well as some necessary preparations on the learners' side.

2.5.5 Evaluation Phase

Evaluation phase is the final process in the ADDIE model. It is essentially important to evaluate each step to make sure that the instructional designer achieves the goals to meet the learner needs, and to know what improvements will be necessary. Evaluation has two types: formative evaluation and summative evaluation. First, formative evaluation is a continuing evaluative process through the ADDIE phases. The other is summative evaluation in which the learning outcomes are evaluated and the whole system and operations are evaluated accordingly. Usability questionnaire surveys, interviews, and other available sources of evaluation should be employed. In particular, detailed surveys related to the contents and instructions should be done in order to improve them.

2.5.6 Instructional Design is Learner-Centered

All these guidelines in the ADDIE Model, or Instructional design in general, are based on the learner-centered approach in which the learner is regarded as the main character who conducts learning and all the others including the learning materials and the instructors are regarded as means to assist their learning. Thus, any Instructional design principles and guidelines warns against the temptation to adopt something just because it is easier for the instructors or the system developer.

A learner-centered approach also emphasizes the importance to assign the maximum time to the learner's activities instead of delivering lectures from the instructor, and thus active learning is a good instance of learner-centered approaches.

The ADDIE model is regarded as a good guideline to follow when developing and operating an e-learning system, and thus the following chapters will also refer to the ADDIE model to make certain that my research process is on the right track.

2.6 Web-Based Instruction (WBI)

Nowadays, most e-learning systems are implemented as Web-Based Systems, which is often called a Web-Based Instruction (WBI) (Boller, 2016 and Pappas, 2017). Web-Based Instruction is also called Web-Based Learning, Web-Based Training, Internet-Based Training, Internet-Based Instruction, WWW-Based Training and WWW-Based Instruction. (Olson and Wisner, 2002) said that WBI is a good example of the combination between technology and instructional design which provides a good opportunity to bring education to the underprivileged, to provide new tools for promoting and facilitating learning regardless of time and space. (Mathew and Dohery-Poirier, 2000) defined that WBI is the whole process or part of the process of teaching with the World Wide Web (WWW) as a medium to convey knowledge and exchange information between each other. The WWW is regarded as a realistically convenient mechanism to convey information in different formats such as text, images, animations, and sounds. (Khan, 1997) also defined WBI as an instructional environment through the WWW. Considering the popularity of the WWW as the main medium of information exchange and delivery over the Internet, WBI is a natural employment of the WWW to learning and education.

Any e-learning contents delivery can be called WBI. Even a website with tutorial text-based documents or a tutorial video on YouTube can be regarded as part of WBI. However, a typical WBI should consist of at least three factors (An and Williams, 2010):

- 1) Presentation: the website will consist of text, images, animations, and sounds.
- 2) Communication: there should be communicative channels between the instructor and the learner and/or among learners .
- 3) Dynamic Interaction: not only communication but also links to other information resources on the WWW should be implemented.

Thus, WBI is a realistically accessible way to the learning objects via the WWW that is expected to make good use of WWW features such as multimedia availability, hyperlinks to other related websites, and interactivities among users. From the perspective of e-learning system development, WBI is a cost effectiveness model as well as the least effort model in system development.

WBI can be in many different forms: some construct their own web application over the WWW, others prepare their contents on an existing WWW-based e-learning platform such as Moodle and MOOC, and more others put their contents on a more usual website. However, regardless of their implementation, they are much less costly compared to developing an e-learning system in other ways. WBI is also the least effort model in system development simply because WBI is accessible from any devices connected to the Internet, whether it is a PC, a smartphone, or a tablet. A well responsive website is automatically optimized to the devices with which the learner accesses to it.

Thus, I develop an e-learning system as WBI with cartoons as its main contents. It is designed as partly responsive, but considering its prototypical nature, communication and dynamic interaction are not included because they are outside of the scope of this study.

2.7 Story Boards and Four-Panel Cartoons

Contents are undoubtedly the most important part of any e-learning system except in the case of an e-learning system as a collaboration tool. As already noted in previous sections, the importance of contents should be evaluated from two viewpoints: how good the contents are and how good their presentation is, or what media is used to convey the contents.

An e-learning system as a WBI can cope with different media such as text, images, videos, sounds, etc., and different media costs differently. Thus, we should choose the media best balanced between its cost and how suitable it is to convey a particular type of contents.

The target topic of the e-learning system developed in this thesis is predictive inference when driving. In this case, most of the learning and testing contents should present various driving situation and let the learner predict what will happen next using their general inferential skills. In other words, the typical contents in my e-learning system is a short story related with a traffic situation in which something happens in a given context and the learner predicts what will happen next. Thus, the media to be adopted should be appropriate to show situational stories. Videos and animations are good candidates but highly costly to develop, and this thesis adopts four panel cartoons as a presentation format of story boards.

Story boards have originally been used in movie production in which visual representations of various scenes in film-making are necessary to tell actors and actresses to act their roles, for example.

A typical story board consists of simple drawings with dialogues and minimum contextual descriptions. In other words, typical story boards try to capture a situation or context from the viewpoint of humans in it. This is exactly desirable for my purpose because all driving situations are to be described from the driver's viewpoint. Its implementation varies, but its primary value is considered that it forces a learner to infer a reason for/and a consistent approach to, the task he does (Hassan, *et al.*, 2008).

There are some types and forms for story boards, and what this study chose is the type called Four panel cartoons, or Yonkoma manga in Japanese². As in Figure 2.2, it is a comic-strip generally consisting of four panels of equal size, each placed from the top to the bottom.

The first panel forms the basis of the story, or it sets the initial situation. The second panel shows a story development next to the first panel, which usually describes a typical action or feeling of the main character. The third panel describes an unexpected event, and the last fourth panel explains what the event is or why it happens.

The style of four panel cartoons, or Yonkoma manga, was elaborated in Japan, but it has also been popular in other countries like the United States where the Peanuts series by Charles M. Schulz³ has long been popular. The details of four panel cartoons will be introduced in Chapter 4 and Appendix A.

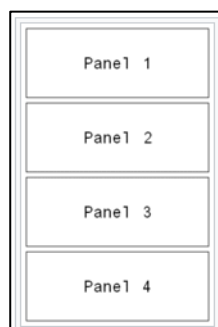


Figure 2.2 Traditional Yonkoma layout

² <https://en.wikipedia.org/wiki/Yonkoma>

³ <https://en.wikipedia.org/wiki/Peanuts>

2.8 Concluding Remarks

In this chapter, some basic concepts and related works are introduced. First the definition of “learning,” Bloom’s taxonomy of understanding, and the 21st century skills are introduced to introduce general inferential skills which is the main target of this thesis. Then three influential learning theories, the behaviorist, cognitivist, and constructivist theories are briefly discussed, because each theory focuses on different aspects of learning and emphasizes a particular teaching/learning method, and so it is important to know which perspective should be adopted when preparing various learning contents. In section 2.5, the ADDIE model, as the typical instructional design guidelines is explained. The ADDIE model is an instructional guideline to develop an e-learning system or other learning/teaching materials.

I will employ the ADDIE model to make certain that the following chapter discusses all important points to be considered. In 2.6, the idea of WEB-Based Instruction is introduced as a basis for the discussion of system development. Finally, the concept of story boards and four panel cartoons, which are the main media of contents in my e-learning system, is briefly introduced.

CHAPTER 3

METHODOLOGY

3.1 Overview of the Research Methodology

The goal of this thesis is (1) to develop a prototypical e-learning system to foster the inferential skill and (2) to establish evaluation methods for the inferential skill with the use of the prototypical e-learning system. As a topic to learn, the prediction of traffic changes using inference in terms of safe driving is chosen.

The overview of the prototypical e-learning system to develop is shown in Figure 3.1. The e-learning system to develop is a web-based system. The main contents are a set of four panel cartoons with answer choices of possible outcomes from the described situation, the details of which will be discussed in Chapter 4 and 5. In particular, I propose the dual questionnaire survey method to prepare appropriate answer choices in Chapter 5, whose overview is shown in Figure 3.2. This method is proposed because it is difficult and often inappropriate to prepare plausible answer choices for the problems that will have more than one correct answers, which is the case with e-learning systems for thinking skills.

Learning with this e-learning system proceeds by looking into the first three panels to understand the situation and predicting the outcome that should be described in the final fourth panel. Learning consists of the training phrase and the testing phase.

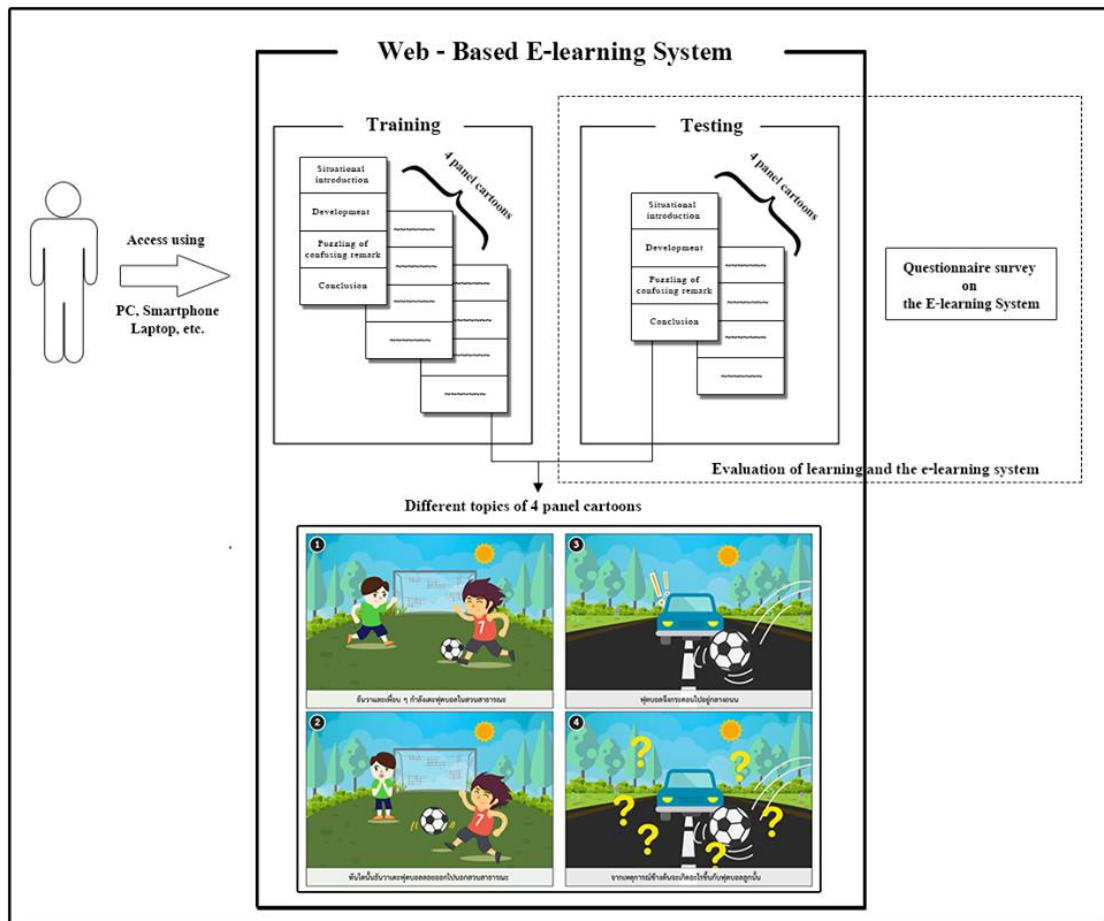


Figure 3.1 Overview of the e-learning system and learning

To evaluate learning and the e-learning system, three quizzes are prepared: Pretest, Posttest, and Quiz. Pretest and Posttest will be use before and after the learning phrase, respectively, and Quiz will be done one week later to check how well the learning outcome remains. The evaluation experiment is conducted using the control and the experimental groups of thirty subjects each, the details of which will be discussed in Chapter 7. A questionnaire survey on usability is also conducted, which will also be discussed in Chapter 7.

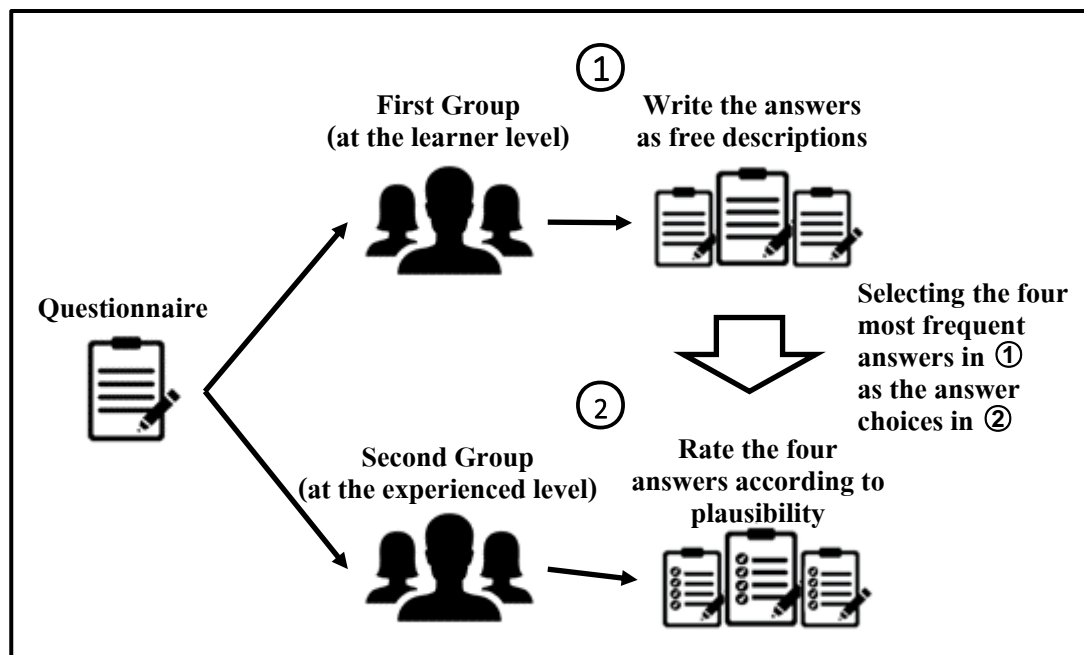


Figure 3.2 Overview of the dual questionnaire survey method

In this chapter, the design of the e-learning system to be developed is discussed according to the ADDIE Model, introduced in 2.5. The ADDIE Model consists of five phases with necessary points to discuss and decide.

- 1) Analysis Phase
- 2) Design Phase
- 3) Development Phase
- 4) Implementation Phase
- 5) Evaluation Phase

Thus, the organization of this chapter follows each phase above.

3.2 Analysis Phase

As discussed in Chapter 1 and 2, various thinking skills are important to cope with new problems that we will face. This is not just about business. Even in our daily life, we almost always face many problems. As each situation and context is different, an appropriate solution to each problem will not be the same. More importantly, we have to predict the next situation which inherently have many possibilities. We have to choose the most plausible prediction to make our action, and such a plausible answer will be chosen according to our analysis of the current situation and our knowledge and previous experiences. It is what the inferential skill is employed for. Inference in an academic context or others may require strict logics, but most problems we will face in our daily life will not be compatible with strict logics, since evidence enough for strict logical inference may usually not available. General inference, or inference in daily life, is thus heavily dependent on the comparison between the current situation and our knowledge and previous experiences to lead to what action we should take next.

General inference is employed almost in every part of our daily life, but one of the important genres requiring general inference is driving. When we drive a car or a motorcycle, we constantly face a variety of possible dangers and situational changes against which we have to take some appropriate actions. Safe driving is one of the biggest topics in Thailand, considering the high rate of traffic accidents in Thailand. According to “Global Status Report on Road Safety 2015”, the road fatalities per 100,000 inhabitants per year is 36.2, which is the second worst in the world. The high rate of traffic accidents is caused by many reasons including poor road conditions, heavy traffic jams, a large number of fragile motorcycles, but drivers are the most critical factor. Drunken driving, reckless driving, and careless driving are the main cases of traffic accidents. Reckless and careless driving is expected to be reduced if drivers employ their general inferential skill for driving situations (World Health Organization, 2015).

Thus, as the topic of the prototypical e-learning system to be developed, driving situations are chosen.

According to the ADDIE model, we should consider the following points, but not limited to:

- 1) What is a learning objective?
- 2) Who are the target groups?
- 3) What is the instructional problem?
- 4) What is the new expected behavior of learners?
- 5) What is learning limitations?

The learning objective of this e-learning system is to be able to employ their inferential skill for better driving more effectively in real situations. For this objective, the main contents, or learning materials should introduce and describe various traffic situations in which the learner practice predicting what will happen next and finally taking appropriate actions.

Questions (2)-(5) above are roughly classified into types: the characteristics of possible learners to use the e-learning system and the characteristics of contents.

By default, the target learners are Thai people, and thus the Thai language is chosen for the language of the e-learning system. As a prototypical system, the more specific target learners are high school and university students, many of whom already have a driver's license or are likely to obtain it, and 60 university students are chosen for evaluative experiments.

Considering their age, most of them are categorized as inexperienced drivers, whose training is expected to be effective to reduce the number of traffic accidents. As the target learner is basically inexperienced, so the learning materials should contain more frequently seen traffic situations.

As the learning topic is not an academic one, so the target learners may be reluctant to learn sitting at class or in front of a PC, so the e-learning system should be compatible not only with a PC but also with a smartphone or a tablet, which is why the e-learning system is designed as a Web-based system, which is easily compatible with many different devices.

Contents, or the learning materials, are undoubtedly the most important part in any e-learning system. As my target is road conditions, I consulted a couple of handbooks about driving manners (โครงการรณรงค์ส่งเสริมการสร้างวินัยจราจรเด็กและเยาวชน กระทรวงศึกษาธิการ, 2513

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2553) and chose sample situations to be implemented as story boards, which is described more in detail in the next chapter.

As the learning contents are about various traffic situations, so the presentation of the learning materials should be in a more visual format like videos, animations, or pictures. Considering the balance of the effect and the necessary cost, video shooting as well as animation have difficulty in cost while simple textual presentations should be avoided. So, story boards with pictures and short texts, specifically in the form of four panel cartoon, are selected, the details of which are discussed in the next chapter.

3.3 Design Phase

The design phase consists of learning purpose creation, evaluation measure decision as well as details of contents and system designs. In this study, a variety of contents is prepared as four-panel cartoons, with answer choices that should be selected by the learner. The overview of the processes is already shown in 3.1, part of which is shown in Figure 3.2 again.

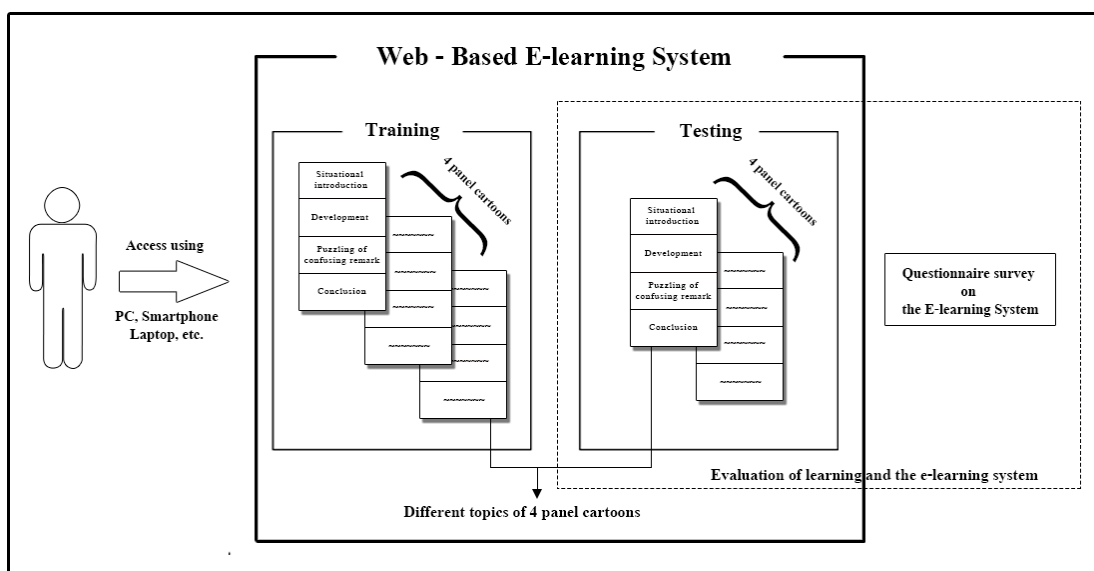


Figure 3.3 The overview of the research program

The contents design and system design should be done in a systematic manner for smooth and effective learning. Instructional design tells that the content creation should be based on extensive observations of related materials, and I consulted handbooks of driving and traffic manners (โครงการรณรงค์ส่งเสริมการสร้างวินัยจราจรเด็กและเยาวชน กระทรวงศึกษาธิการ, 2513 และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2553) and chose a variety of situations to be included as my contents. For the preparation of answer choices, I will discuss more in Chapter 5. For the system design, it is a prototypical system and thus we design as a simple Web-based system, which will be discussed in Chapter 6.

As for the target learners of this system, 60 subjects are chosen from the undergrad level, as already mentioned. Some of them already have a driver's license of car or motorcycle, though some of the others have a driving experience without a driver's license. Most of them have less than a few years of driving experiences, which is why they are considered to be inexperienced drivers. In fact, there have been many traffic accidents involving students in Prince of Songkla University Phuket Campus (PSU Phuket) annually. Thus, the necessity to learn how to drive better with the inferential skill is obvious, and to make learning easier with low cost, I chose story boards to present traffic situations effectively.

The story boards are presented in form of the four-panel cartoons as in Figure 3.1. The contents are separated into four parts: Pretest materials, Training materials, Posttest materials, and Quiz materials, for an experimental reason.

With these contents as the core, the e-learning system should have the following functions:

- 1) sign-in and login in
- 2) databases of contents and learner information
- 3) contents presentation with multiple-choice answering
- 4) time recording during learning
- 5) relevant information presentation

As for the contents presentation with multiple choice answering, the same presentation style is used for Pretest, Training, Posttest, and Quiz.

The time for each answering was recorded in order to evaluate the effect of learning. Relevant information such as system usage, organization, and other information is presented as simple webpages in the system.

Evaluation consists of two types: learning evaluation and system evaluation. Learning evaluation is based on the results of Pretest, Posttest, and Quiz. System evaluation is based on the comparison of the results of the control and experimental groups, as well as a questionnaire survey on usability.

3.4 Development Phase

The development of the e-learning system and the whole research process were done according to Analysis and Design phases described in 3.2 and 3.3 respectively.

The e-learning system was developed on an internal web server in PSU Phuket, and the system is written in PHP5 with MySQL as the database management. All the functions described in 3.3 were implemented, and 30 four-panel cartoons were chosen for experimental purposes as learning materials. In addition, a simple form of questionnaire survey was also implemented to conduct a survey on usability. Development of contents and experiments are discussed in Chapter 4 and 6, respectively.

3.5 Implementation Phase

Implementation Phase in this thesis consists of the experiments and questionnaire surveys. The dual questionnaire survey for answer choice ranking was conducted in July, 2016, which is the basis of contents creation.

The main experiment using the e-learning system was conducted in February to July, 2017, with 60 undergraduate students that were divided into 2 groups of 30 people.

As both the dual questionnaire survey and the main experiment have obvious purposes directly related to their contents, so the blind trial method was not adopted.

3.6 Evaluation Phase

Evaluation Phase in the ADDIE Model consists of two types: formative and summative evaluation. The former is to evaluate how well all the process followed the ADDIE Model, which will not be discussed here, and the latter is to evaluate the effect of learning or teaching as numerically as possible, which is discussed in Chapter 7. For the questionnaire survey on usability, a free description style was included as well as multiple choice styles.

3.7 Concluding Remarks

This chapter described the overview of the research methodology in this thesis. The overall picture is given in 3.1, and the relevant discussions are described according to the five phases in the ADDIE Model from 3.2 to 3.6, respectively. In the following chapters, more details are described and discussed on contents in Chapter 4 and Appendix A, the dual questionnaire survey method in Chapter 5, the e-learning system details in Chapter 6, and the experiment in Chapter 7.

CHAPTER 4

CONTENTS CREATIONS

4.1 Introduction

When presenting to the learner, any learning contents are represented or expressed in a specific format using a specific type of media, including lectures, exercises, etc. from a larger viewpoint, or texts, pictures, animations, etc. from a smaller viewpoint. Let I call the representations of learning contents “learning materials”.

In the e-learning system developed here, the learning target is how to appropriately predict what will happen next in a given traffic situation, and 30 situations were prepared. Each situation is then expressed as a four-panel cartoon, and is followed by a set of four answer choices that describes plausible or implausible outcomes of the given situation. Therefore, each pair of four-panel cartoons and four answer choices is a learning material. In this thesis, all the learning materials used in Pretest, Training, Posttest, and Quiz, have this same format.

In this chapter, the creation of four panel cartoons is discussed, and the preparation of four answer choices is discussed in the next chapter.

4.2 Story Choice

There are numerous possible traffic situations that may contain a possible danger that causes a traffic accident or incident, and some of them are easy to create by anyone who have good experience on driving. However, such a way of contents creation will lead to a heavily biased choice of possible contents. It should be done more systematically with evaluation.

In this thesis, all the learning contents were picked up from published handbooks about safe driving (โครงการรณรงค์ส่งเสริมการสร้างวินัยจราจรเด็กและเยาวชน กระทรวงศึกษาธิการ, 2513 และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2553). In terms of selection, 30 learning contents are chosen from different sections of the handbooks above on condition that the same or similar contents were included in all handbooks in order to guarantee that the chosen contents are typical and important to learn. Each chosen item was represented as a short story in the Thai language. All the short stories were then re-represented as four panel cartoons that contain both four pictures and short texts. All the four-panel cartoons were then reviewed by experts to evaluate contents validity.

4.3 Creating Story Boards with Four-Panel Cartoons

As mentioned in the previous section, 30 traffic situations were picked up as the learning contents and were represented as a short story in the Thai language. Based on the short stories, 30 four-panel cartoons were created. As discussed in Chapter 2, the format of four panel cartoons is adopted as a suitable representation of story boards in this thesis. The aim is to create visual learning materials that are expected to be effective both in learning and in cost.

A four-panel cartoon is indeed suitable as a representation of a short story about a particular traffic situation. When describing a particular traffic situation, the background situation such as whether it is in daytime or nighttime, and whether it is on a highway or on a local street

must be given. Then a change happens which suggests a possible danger. Finally, a plausible outcome is told. This transition in a story is represented appropriately in a four-panel cartoon.

A four-panel cartoon usually consists of the following four panels:

- 1) The first panel guides the situation in general and what elements there are in the situation. (Overall background)
- 2) The second panel shows more details focusing on some specific point or points in the first panel. (Specific background)
- 3) The third panel points out a change in traffic that may cause an accident. In other words, the third panel provides the learner with a trigger to make inference.
- 4) The fourth panel shows a possible outcome or result. In the e-learning system here, this fourth panel is the part that the learner answers as a result of inferential prediction.

In this way, a four-panel cartoon can easily describe a short story on a traffic situation, which is the main reason to choose this format as a representation of the learning contents. An example of four-panel cartoons is shown in Figure 4.1. The other cartoons created and included in the system are in APPENDIX A.



Figure 4.1 An example of four-panel cartoons

4.4 The Validity of Learning Materials

The validity of learning materials is important but difficult to measure. The validity of materials includes not only the validity of contents in terms of the goal of the e-learning system, but also the validity of presentation of the contents such as whether a learning material is a correct representation of the corresponding content.

(Turner, *et al.*, 2002), proposed a simple method to evaluate the content validity, called 'Index of Item Objective Congruence (IOC)'. It evaluates the content validity by consulting three or more experts, using the list of items each of which is a measurement on a particular aspect of the contents. Each expert is asked to score each item with three scales: +1 as "certain that the contents is appropriate in terms of the item," 0 as "uncertain that the contents is appropriate or

not in terms of the item,” and -1 as “certain that the contents are not appropriate in terms of the item”. The value of IOC is a simple means for each check points:

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (4.1)$$

$\sum R$ Sum of scores checked by at least three experts
 N Number of experts

According to Turner, if the value of IOC is higher than 0.5, the test is acceptable due to its suitability between the test and objectives and content, but if it is lower than 0.5, the test is unacceptable because of the lack of suitable.

In this thesis, 11 items about contents validity were prepared, my advisor and two persons who have a long experience of driving are chosen as experts. They were asked to check all the prepared learning materials in terms of 11 items. The actual questionnaire is shown in APPENDIX B.

The results of content validity evaluation are shown in Table 4.1. The evaluation results show that all 11 measures have the value higher than 0.5, indicating that the contents implementation is appropriate.

Table 4.1 Content validity

List of Question	Expert 1	Expert 2	Expert 3	IOC
1) Employed situations are clear and easy to understand.	1	1	1	1.00
2) Employed situations are consistent with the situation of road conditions.	1	1	1	1.00
3) Various road conditions are covered.	1	1	1	1.00
4) Diverse situations are prepared.	1	1	1	1.00
5) Employed situations give triggers for inferential skills for finding the answer.	1	1	1	1.00
6) Number of situations sufficient to be used as content within the e-learning system.	1	1	1	1.00
7) The suitability of situation will lead to create the four-panel cartoons.	1	1	1	1.00
8) The suitability of pictures in four-panel cartoons.	1	1	1	1.00
9) The suitability of font size in four-panel cartoons.	0	1	1	0.67
10) The suitability of the language used in four-panel cartoons.	1	1	1	1.00
11) The four-panel cartoons are consistent with the situations that are prepared.	1	1	1	1.00

CHAPTER 5

DUAL QUESTIONNAIRE SURVEY METHOD FOR ANSWER CHOICE CREATION

5.1 Introduction

As discussed in previous chapters, the main learning contents in the e-learning system here are four-panel cartoons describing various traffic situations with four answer choices describing plausible or implausible outcomes. Preparing these answer choices is not trivial at all.

The first issue is how to prepare possible answers. Indeed, this is one of the most important issues in constructing an e-learning system to foster thinking skills, because there will be more than one answer to each question in most cases. If the contents designer, or even the team of contents designers, try to create those possible answers, it may well be that those answers are biased, or are created just from the teacher's point of view. In particular, the learning objects in this thesis is traffic situations, which almost always have more than one possible outcomes, and if the contents designer as an experienced driver tried to create a variety of plausible and implausible answers to choose, they might not cover what inexperienced learners may think up of.

The second issue is how to rank those answers from the viewpoint of plausibility. It is also important because having more than one plausible answers means that answer choices should be ranked. It is almost impossible for a single person to make this kind of ranking without biases.

To cope with these issues, this thesis proposes a dual questionnaire survey method, whose overview is shown in Figure 3.2, repeated here as Figure 5.1. In this chapter, this method is described and evaluated.

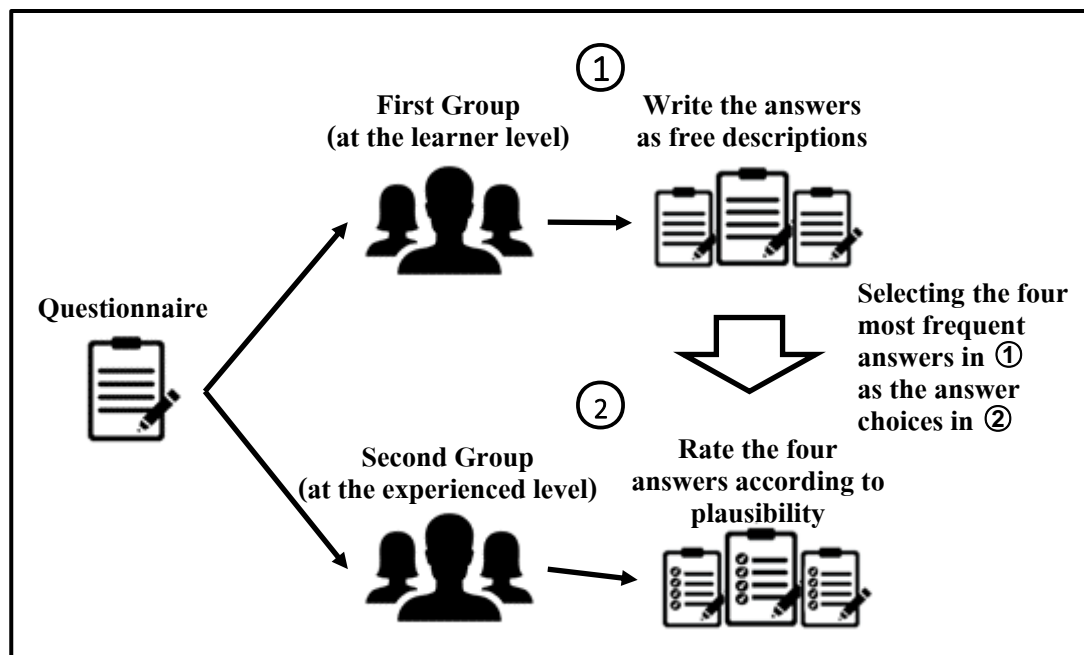


Figure 5.1 Overview of the dual questionnaire survey method

5.2 Dual Questionnaire Survey Method

The dual questionnaire survey method that I propose in this chapter is a simple method to create a variety of answer choices that will be thought up of by learners and to rank them in terms of plausibility.

The dual questionnaire survey method consists of two questionnaire surveys. The first questionnaire survey asks a group of people who are similar to the actual learner group of the e-learning system to write their answer to a set of questions as a free description or as open-ended (Zuell, *et al.*, 2015). In this way, I will obtain a variety of answers that the group similar to the learner group actually create. The obtained answers are ranked according to the number of the persons who wrote the same answer, and n most frequent answers are chosen.

The second questionnaire survey uses the same set of questions with a set of answers chosen from the first questionnaire survey. The second group is asked to choose the most

plausible answer from answer choices, or as closed-ended (Zuell, *et al.*, 2015). According to the number of the persons who chose the same answer choice, the ranking among answer choices of a question was obtained.

This method assumes that a more popular answer be more plausible, which is also often assumed in the constructivist theory. It is not always correct, particularly when judgment requires a specific type of advanced knowledge, or when the interpretation of questions tend to be biased with ideological backgrounds. However, both are not the cases with traffic situations.

A possible danger of the first step is to miss some importantly plausible answers because they are difficult to think up of by the learner group, and it will be true in some topics. However, there were not such cases in my questionnaire surveys.

In this thesis, this dual questionnaire survey was done in July 2016, using an analysis tool called ATLAS.ti, a computer assisted qualitative data analysis software (Smit, 2002). The first questionnaire survey was conducted with 31 high school students, and the second questionnaire survey with 18 graduate students in Prince of Songkla University, Phuket Campus. There were 30 questions on traffic situations, which were all used as learning contents in the e-learning system. The result of the first questionnaire survey was manually checked to make the lists of freely described answers, simply because subjects wrote the same or similar answer with different expressions. From the lists of answers of the first questionnaire surveys, the most popular four answers were selected as answer choices for the second questionnaire survey. The result is shown and analyzed in the next section.

5.3 Result and Discussion of the Dual Questionnaire Survey Method

5.3.1 An Interpretation of the result

The result of the dual questionnaire survey introduced in the previous section was analyzed from several perspectives. First, I made a comparative analysis between the first group and the second group in terms of the popularity of each choice. For example, let us see the result of Question 22, which is shown in Table 5.1.

Table 5.1 Question 22 in the first and the second surveys

Question 22: Duke is looking for a parking space along the street. However, the only place he found is between two cars, and another car is also approaching to park at the same space. What will happen with these two cars?			
Choice	Answer	#1	#2
A	The car crashes between two cars.	55%	11%
B	There was a scramble for parking between two cars.	19%	55%
C	Nothing happens with these two cars.	10%	28%
D	An accident occurs with these two cars.	7%	6%
E	There may be a dispute between the two cars.	3%	-
F	Duke looks for a new parking.	3%	-
G	Another car looks for a new parking.	3%	-
Total	-	100%	100%

In this example, the first group created seven different answer choices, and the most popular four choices were used as answer choices for the second questionnaire. As the result shows, the popularity of the answer choices differs between the first and the second groups. This difference captures the difference in inference between the learner and the experienced. In other words, the original purpose of the dual questionnaire survey method is to obtain a variety of ranked

answer choices, but the result also tells which questions are more difficult or confusing to the learner compared to the experienced. The full list of this comparison is shown in Appendix C.

Thus, it is almost obvious that the dual questionnaire survey method produces useful and interesting results.

5.3.2 The Reliability of the Situations with Answer Choice Evaluation

The first questionnaire survey is originally designed to obtain a realistic variety of answer choices, while the second questionnaire survey is to rank among answer choices.

A Question is how reliable the result of the second questionnaire is. Reliability for a test refers to how well the test is measuring what we want to measure, or how consistent the results from the test are. There are several different measurements, but by considering the most popular answer choice in the second questionnaire to be the correct answer, the Kuder-Richardson method was applied. The result of the second questionnaire survey is first transformed with 1 for the correct answer choice and 0 for the other choices, as shown in Table 5.2. With these results, the Kuder-Richardson 21 is defined as follows:

$$r_t = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\bar{x}(n-\bar{x})}{ns_t^2} \right\} \quad (5.1)$$

r_t	The KR-21
n	The number of items
\bar{x}	The test mean on the sum of the number right
s_t^2	The test variance based sum of the number right

Table 5.2 Transformed result of the second questionnaire survey for reliability

Subjects	Total scores (X)	X²
1	20	400
2	21	441
3	20	400
4	21	441
5	19	361
6	10	100
7	21	441
8	16	256
9	13	169
10	17	289
11	13	169
12	12	144
13	13	169
14	17	289
15	16	256
16	21	441
17	17	289
18	22	484
Sum.	309	5539

The KR-21 result of reliability was 0.803. As the satisfactory reliability is between 0.6 and 1.0, so it can be concluded that the second questionnaire survey and its answer choices are reliable enough.

5.3.3 Difficulty of Each Question

It is also important to know which questions are more difficult, because as the learning contents, a variety of questions at different difficulties should be included in a balanced manner. Difficulty is simply defined as the proportion of the number of the subjects who answered correctly to the total number of the subjects (Hingorjo and Jaleel, 2012):

$$P = \frac{R}{N} \quad (5.2)$$

- P** The difficulty
R Number of learners answer like the most appropriate answer
N Number of all of the learners

The result of the second questionnaire survey is employed. The result is shown in Table 5.3 for a summary and in Table 5.4 for each question. Difficulty of each item distributes between 0.2 - 0.8, suggesting that the higher value suggests easiness. As in Table 5.3, 30 questions are well distributed.

Table 5.3 Summary of difficulty

Difficulty	Number of questions
Easy ($0.6 < P \leq 0.8$)	11 (36.7%)
Intermediate ($0.4 < P \leq 0.6$)	13 (43.3%)
Difficult ($0.2 < P \leq 0.4$)	6 (20%)

Table 5.4 Difficulty of each situation

Number of Question	Difficulty Index
1	0.44
2	0.61
3	0.55
4	0.67
5	0.5
6	0.78
7	0.33
8	0.72
9	0.56
10	0.39
11	0.78
12	0.78
13	0.78
14	0.80
15	0.39
16	0.78
17	0.61
18	0.67
19	0.56
20	0.5
21	0.5
22	0.56
23	0.44
24	0.33
25	0.39
26	0.56
27	0.67
28	0.39
29	0.5
30	0.56

5.3.4 Accuracy of Content

Evaluation on accuracy of content is about how appropriate the contents are. This is already checked in 4.4 as validity of contents, but it was just about the validity of questions. In this subsection, not only the questions but also the answer choices and the result of the second questionnaire survey are considered by a couple of other researchers.

This measurement was conducted as the form of questionnaire survey with all the relevant information attached. The actual questionnaire survey format is shown in Appendix D.

There are three criteria: content usage, content format, and content value. Content usage is how well the contents are prepared including the content itself, story-telling, appropriateness of expressions. Content format is how well organized and formatted the contents are in the manner that the characters, scenes, stories, and relations in the story are easily to understand. Content value is about how important and useful the contents are for the objective of the e-learning system. Each questionnaire item is scaled from 1 (Very poor) to 5 (Very good), and the result is shown in Table 5.5. As the average of item values of each criterion is more than 4, which suggests that the content of accuracy of the learning contents with answer choices and the second questionnaire result is satisfactory enough to employ them as the final contents in the e-learning system.

Table 5.5 The result of evaluation content accuracy

	List of question		
	Content clarity	Content format	Content value
\bar{x}	4.17	4.39	4.28
S.D.	0.5	0.49	0.65
Level of accuracy	Good	Good	Good

CHAPTER 6

DETAIL OF THE SYSTEM

6.1 Introduction

In this chapter, details of the e-learning system in this thesis is described, particularly focusing on actual user interfaces. In 6.2, I describe the e-learning system development, and in 6.3, I describe user interface of the e-learning system: system information in 6.3.1, system navigation in 6.3.2, the contents in the e-learning system in 6.3.3.

6.2 The E-learning System Development

As already discussed in Chapter 3 and 4, the e-learning system here was designed and developed based on the ADDIE Model. It is a Web-based system developed with PHP 5.0 and MySQL. The system was installed at an internal web server in PSU Phuket, whose URL is <http://masterict.te.psu.ac.th/apichaya/>.

After the careful analysis, functional and nonfunctional requirements were set, and major requirements are summarized in Table 6.1. All the requirements were properly implemented in the system. The learning contents are basically divided into two phases: training and testing phases. However, the testing phases is further divided into three phases for evaluation: Pretest, which is to be done before the training phase; Posttest, which is to be done right after the training phase; and Quiz, which is to be done a week later in order to check how much the learning effect remains.

Table 6.1 Major Functional and Nonfunctional Requirements

System requirement	Description
Functional requirement (Basics functions as a website is skipped)	
Registration	Initial stage to access into the system, the user must have an account. The user enters personal information: username, email and password. If the email is already used, the user will need a new email to register.
Login	The users need to log in to use the system. The e-mail address is used as an account and an automatically created password is given to each user.
Databases (MySQL)	Two databases: contents database and user database. The contents database stores the contents: four-panel cartoons with the question, answer choices, and the correct answer. The user database stores the basic user information, their answer to each question with the time needed to reach it, and the scores of each menu.
Four-panel cartoons	The four-panel cartoons are separated to allow learners to learn each panel using the previous and next buttons to navigate. When learning all of four panels, the learners will be able to choose the most appropriate answer to any questions.
Time recording	When the learner uses the contents, the starting and ending time of each question is recorded, and the consumed time is stored in the user database.
Nonfunctional requirement	
Accessibility from both smartphones and PCs.	The e-learning system could access from both smartphones and PCs.

6.3 The User Interface of the E-learning System

The e-learning system in this research is proposed as a web-based system, and thus it supports both smartphones and PCs with responsive design, to give a good accessibility to the user. This e-learning system consists of three parts: (1) system information, (2) system navigation, and (3) the contents in the e-learning system. All the user interface is in the Thai language, simply because the supposed target learners are Thai people.

6.3.1 System Information

The learners will receive four types of information about the system before they log in into the system.

The first page, as shown in Figure 6.1, describes the objective of this system. The information is roughly as follows: “E-learning system to foster inferential skills using story boards. The objective of the research with this system is to stimulate the learners to employ thinking skills, inferential skills in particular, by practicing choosing an appropriate answer for each given situation. The contents in the e-learning system are about safety driving”.

The second page, as shown in Figure 6.2, describes what inference or the inferential skill is. The information is roughly as follows: “Inference is the skill with which a person tries to obtain a hidden outcome, reason, or effects by analyzing the given situation using his knowledge and previous experiences under the condition that the given situation may not contain the complete information to reach the correct answer. In other words, the learner is expected to reach a most plausible or probable answer with a limited amount of information. In order to do this task more appropriately, the learner is expected to employ his or her knowledge and past experiences in a systematic, organized way to compensate for lack of information”.

The third page, as shown in Figure 6.3, is the main menu of the e-learning system, consisting of four menus: Pretest, Lesson, Posttest, and Quiz.

The fourth page, as shown in Figure 6.4, explains the contents of this e-learning system.



Figure 6.1 The objective of the system

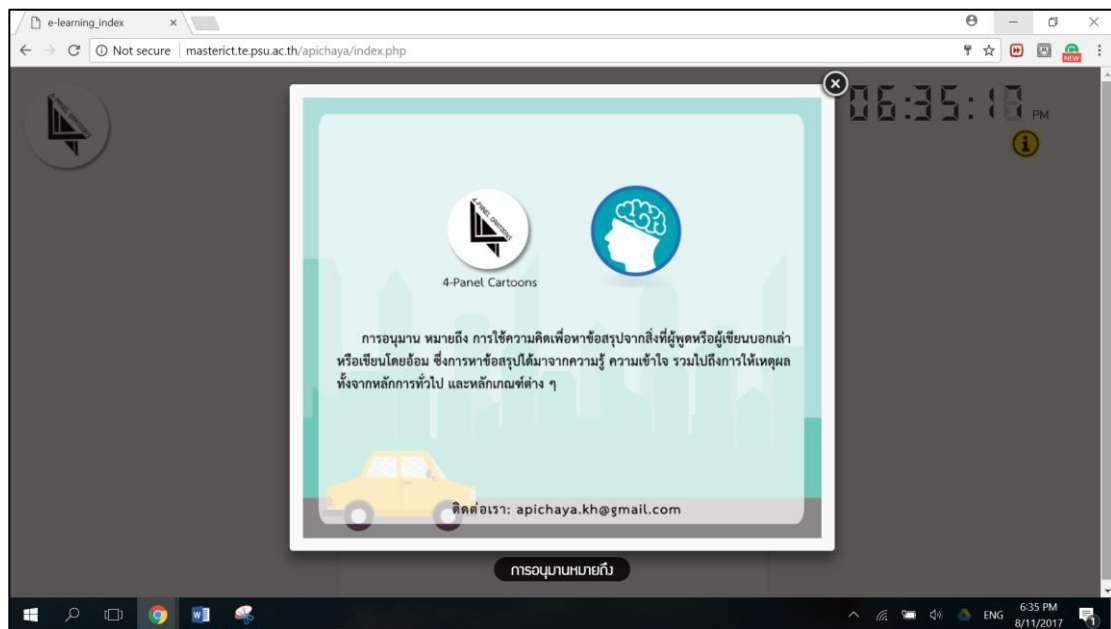


Figure 6.2 The information about the inferential skills

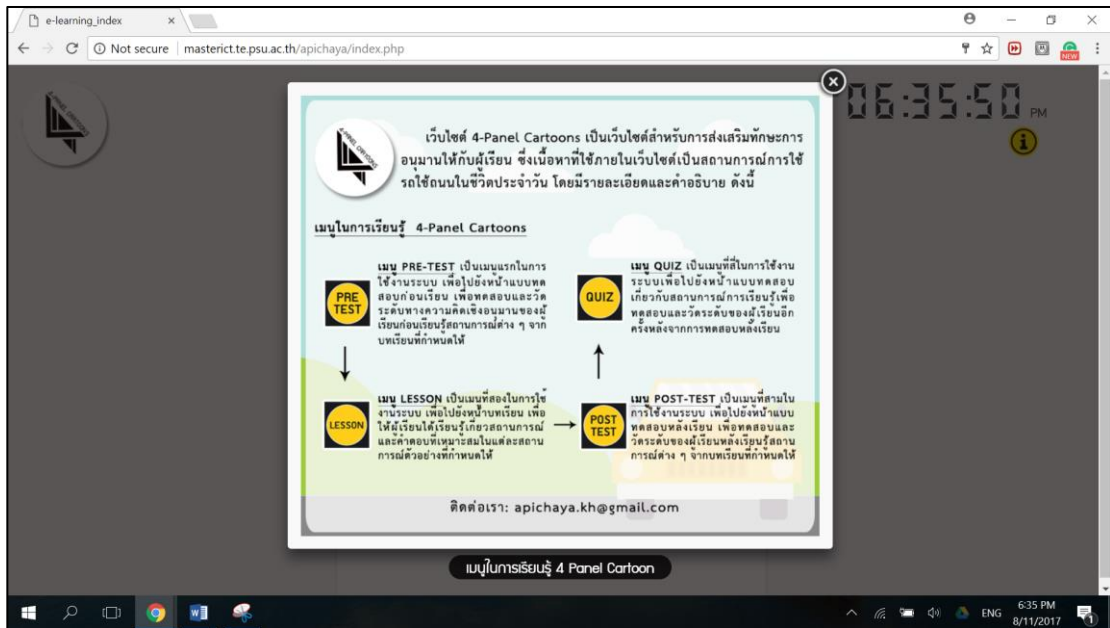


Figure 6.3 Explanation about the menus in the e-learning system



Figure 6.4 Explanation about the contents in the e-learning system

6.3.2 System Navigation

After looking into the pages of information, the learner proceeds to register and login to access into the system, as shown in Figure 6.5 and 6.6, respectively. When logged in, the learners see the main menu to choose Pretest, Lesson, Posttest, or Quiz, as shown in Figure 6.7. However, as these menus are ordered according to each step of the learning activity, the learner has to take each in order, though the control group only uses Pretest and Quiz.

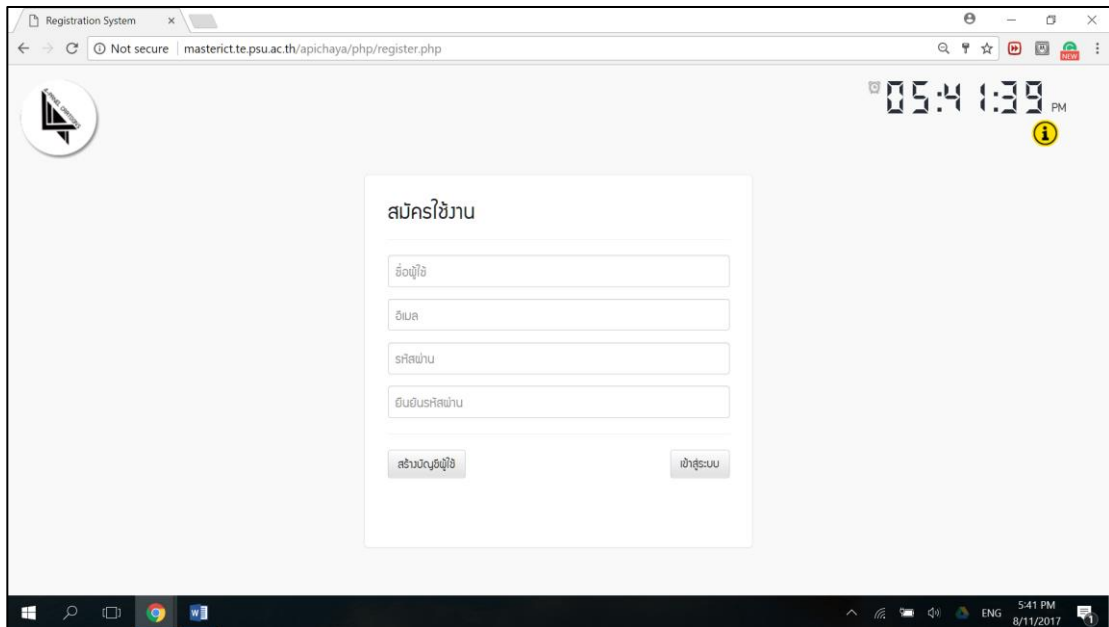
When the learner chooses a menu to start the learning activity, a brief explanation about how to use the learning materials is shown as in Figure 6.8.

All the menus contain the same format of four panel cartoons, as shown in Figure 6.9 - 6.12: a four-panel cartoon is shown with each panel at a time on the left hand of the window, with the question and the answer choices on the right hand of the window. Each cartoon is numbered to let the learner know which cartoon is now shown.

After choosing the answer, the learner clicks the "Send Answer" button. When the learner finishes all the questions in a menu, he/she gets the grade level of the inference skills level, as shown in Figure 6.13.

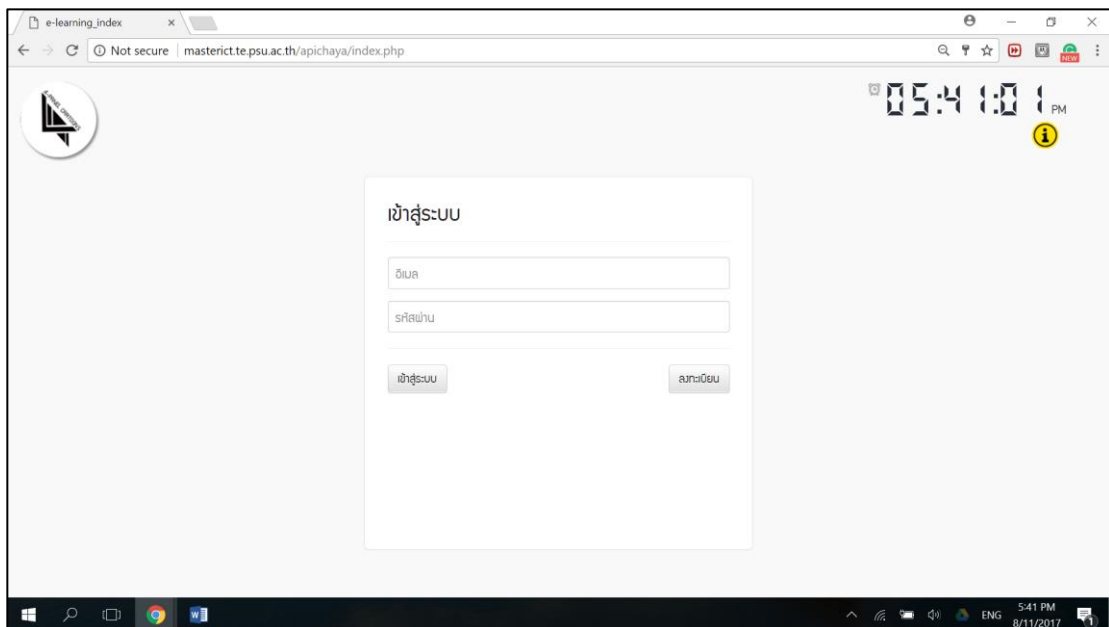
The number of the question in each menu is: 5 for Pretest, 10 for Training, 5 for Posttest, and 10 for Quiz.

When all the learning activities are finished, the learner is invited to answer a questionnaire survey on usability.



The screenshot shows a web browser window titled "Registration System" with the URL "masterict.te.psu.ac.th/apichaya/php/register.php". The page features a logo in the top left and a digital clock in the top right showing "05:41:39 PM". The main content is a registration form titled "สมัครใช้งาน" (Register) with the following fields: "ชื่อผู้ใช้งาน" (Username), "อีเมล" (Email), "รหัสผ่าน" (Password), and "ยืนยันรหัสผ่าน" (Confirm Password). Below the fields are two buttons: "สร้างบัญชีผู้ใช้งาน" (Create Account) and "เข้าสู่ระบบ" (Login).

Figure 6.5 Registration page



The screenshot shows a web browser window titled "e-learning_index" with the URL "masterict.te.psu.ac.th/apichaya/index.php". The page features a logo in the top left and a digital clock in the top right showing "05:41:01 PM". The main content is a login form titled "เข้าสู่ระบบ" (Login) with the following fields: "อีเมล" (Email) and "รหัสผ่าน" (Password). Below the fields are two buttons: "เข้าสู่ระบบ" (Login) and "ลืมรหัสผ่าน" (Forgot Password).

Figure 6.6 Login page

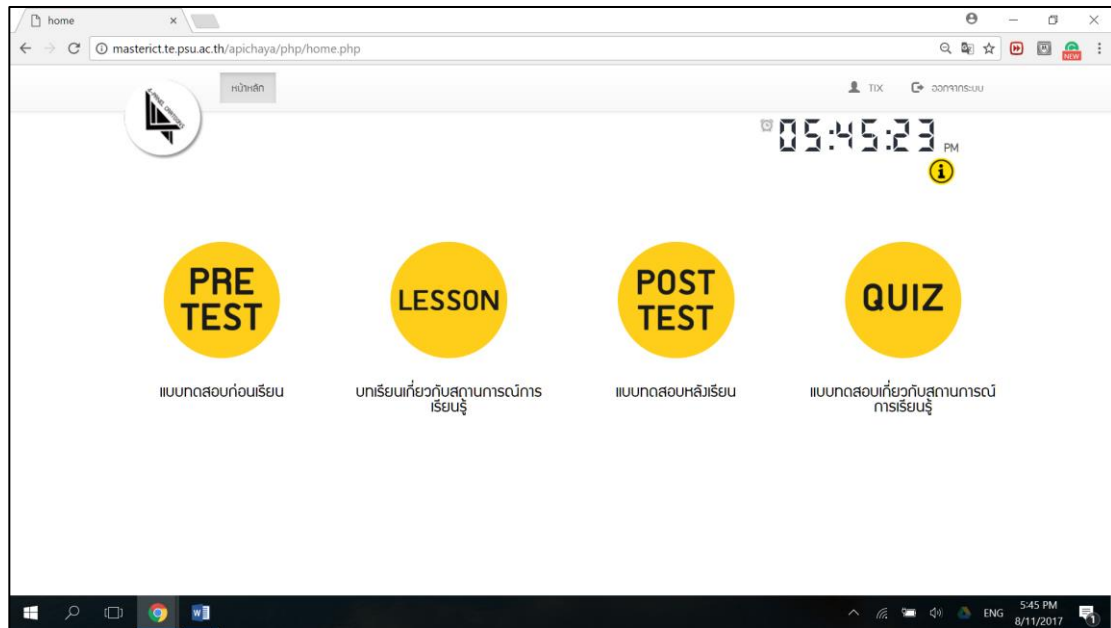


Figure 6.7 The home page of the e-learning system

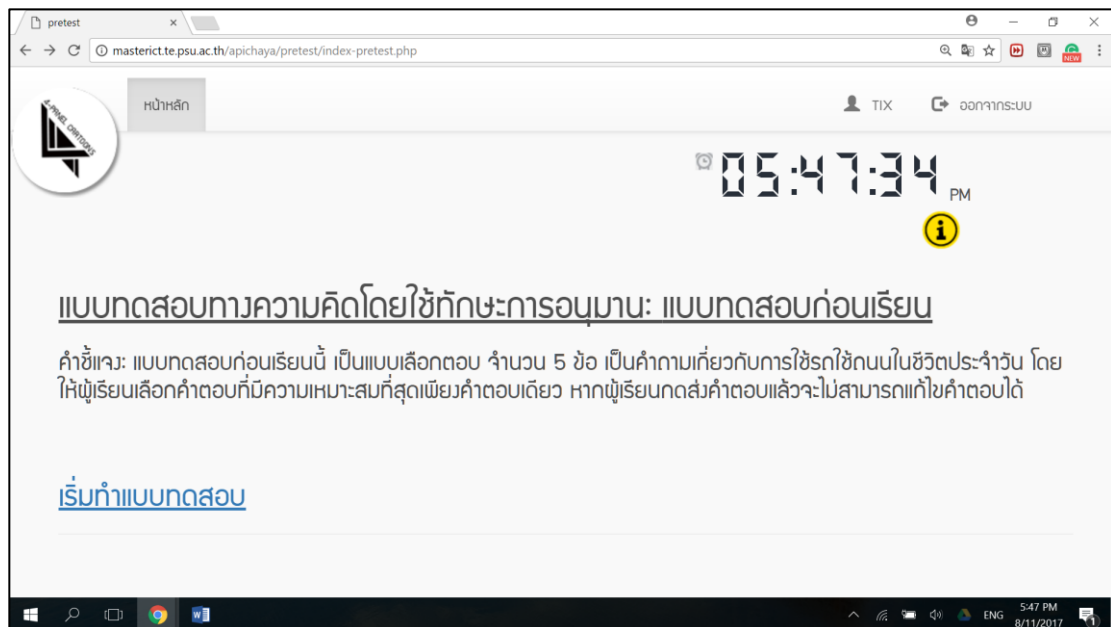


Figure 6.8 The instruction for the pretest menu



Figure 6.9 An example of contents in the e-learning system (First panel)

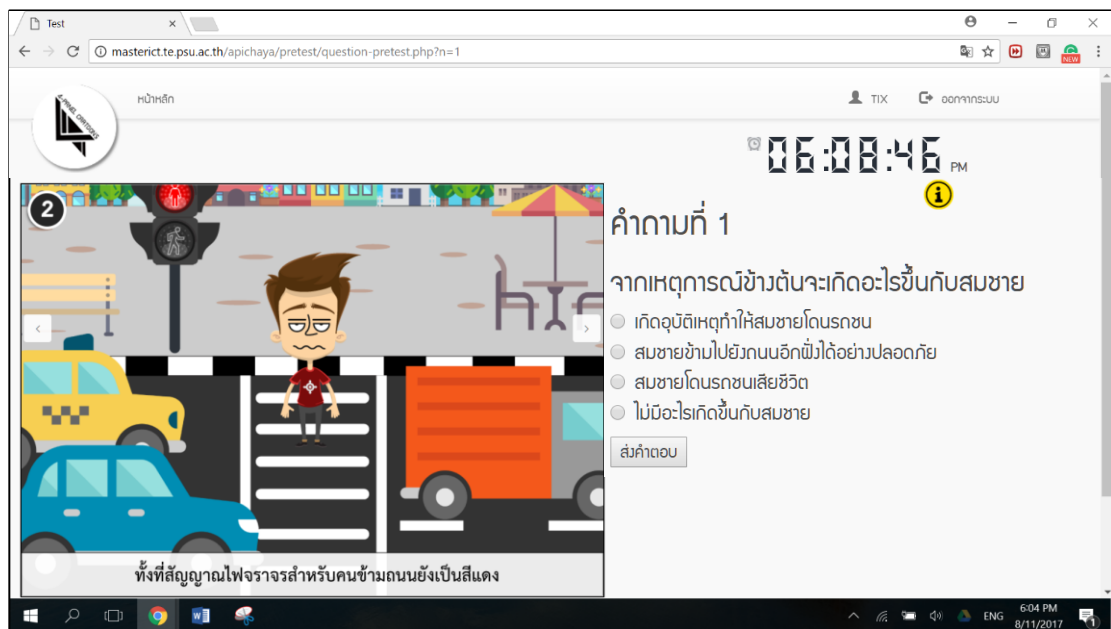


Figure 6.10 An example of contents in the e-learning system (Second panel)

Test

masterict.te.psu.ac.th/apichaya/pretest/question-pretest.php?n=1

หับให้ฝึก

TIX

จัดการระบบ

06:08:46 PM

คำถามที่ 1

จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นกับสมชาย

- เกิดอุบัติเหตุทำให้สมชายโดนรถชน
- สมชายข้ามไปยังถนนอีกฝั่งได้อย่างปลอดภัย
- สมชายโดนรถชนเสียชีวิต
- ไม่มีอะไรเกิดขึ้นกับสมชาย

ส่งคำตอบ

แต่สมชายยังคงเดินข้ามถนน

6:04 PM 8/11/2017

Figure 6.11 An example of contents in the e-learning system (Third panel)

Test

masterict.te.psu.ac.th/apichaya/pretest/question-pretest.php?n=1

หับให้ฝึก

TIX

จัดการระบบ

06:08:46 PM

คำถามที่ 1

จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นกับสมชาย

- เกิดอุบัติเหตุทำให้สมชายโดนรถชน
- สมชายข้ามไปยังถนนอีกฝั่งได้อย่างปลอดภัย
- สมชายโดนรถชนเสียชีวิต
- ไม่มีอะไรเกิดขึ้นกับสมชาย

ส่งคำตอบ

จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นกับสมชาย

6:04 PM 8/11/2017

Figure 6.12 An example of contents in the e-learning system (Fourth panel)

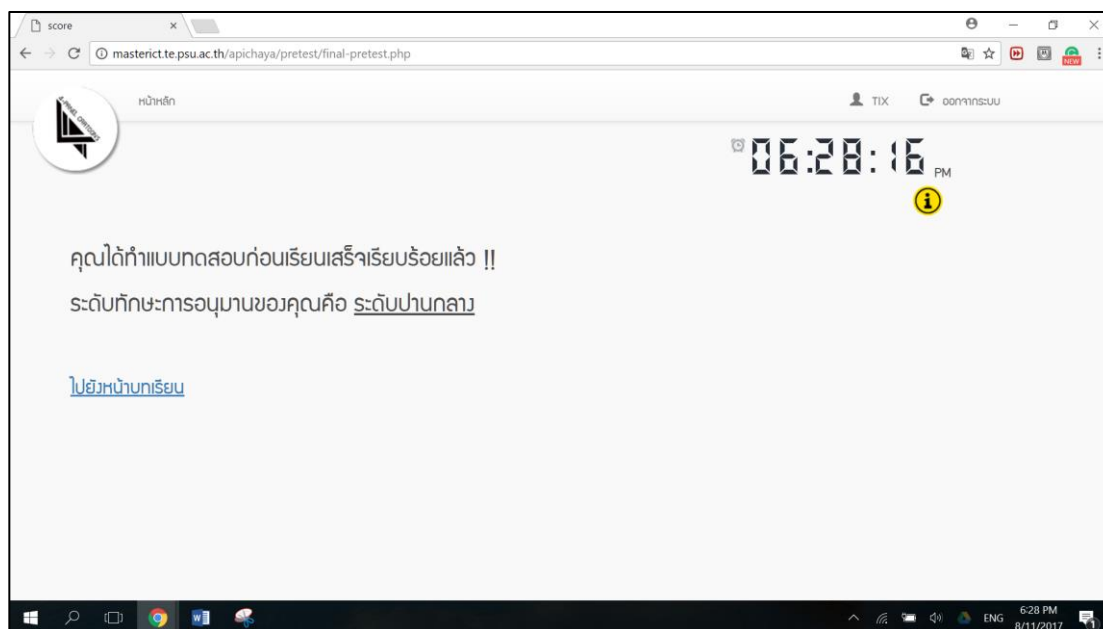


Figure 6.13 The score of inferential skill level

6.3.3 The Contents in the E-learning System

A four-panel cartoon shows a simple skeleton of a story that contains some surprising, contradicting, and/or easily misunderstood elements. Usually, the first or second panel contains an important piece of information for appropriate inference. Thus, the third or fourth panel can be a blank, or can contain a blank utterance, and learners are urged to make an inference fill the blank.

A four-panel cartoon consists of four panels as follows:

1) The first panel is situational introduction panel. It gives learners the basic information about the situation like when, where, and who. Usually, one or two characters are involved. A highly artistic cartoon may present that information in a figurative, symbolic way, but it varies according to the purpose. For an e-learning system like the one proposed here may well have the first panel that is easy to understand as shown in Figure 6.9.

2) The second panel is information panel. This panel is usually used to show what problem is going on in the situation given in the first panel. In other words, the first and second panels produce an event going on as shown in Figure 6.10.

3) The third panel is puzzling or confusing remark. The third panel is important to foster inferential skills to learners. That is the puzzling or confusing remark panel presented with a puzzle to solve using inference. In most cases, the puzzle presented in this panel will have its clue in the first and/or second panel as shown in Figure 6.11.

4) The fourth panel is conclusion. The fourth, last panel present the result or conclusion of the situation. Typical comical four-panel cartoons have surprising results that makes readers giggle. When used educationally, the last panel may present the answer as shown in Figure 6.12.

CHAPTER 7

EVALUATION OF LEARNING AND THE SYSTEM

7.1 Introduction

In this chapter, evaluation of learning and the e-learning system here was discussed. Any e-learning system should be evaluated from different viewpoints. In particular, the effectiveness of the learning materials, which is the main factor of learning is by far the most important aspect, but usability is also an important aspect because usability may directly relate to the motivation of the learner to learn through the system. Thus, I conducted a comparative experiment to measure the effectiveness of the learning materials, which is described in 7.2, and a questionnaire survey to measure the usability of the system, which is described in 7.3.

7.2 E-learning System Evaluation with a Comparative Experiment

7.2.1 Objective of the Experiment

The objective of the experiment is to evaluate the effectiveness of the e-learning system on learning. In particular, the effectiveness of the learning materials is focused. Therefore, the experiment is designed to compare the experimental group that learn all the contents of the e-learning system and the control group that do not.

As described in Chapter 3 and 6, the e-learning system here contains four steps: Pretest, Training, Posttest, and Quiz. As a prototypical study, the experimental group takes the first three steps in a day, and takes the last step a week later. Thus, Posttest is designed as a measurement

to check the outcome immediately after learning while Quiz as a measurement to check how well the outcome is kept after a while. In this case, Posttest may not be an appropriate outcome measurement to compare the experimental and control groups, because the period between Pretest and Posttest is too short. Therefore, the control group takes Pretest and Quiz at a week interval.

The research hypotheses are thus made as follows:

Research Hypothesis: The e-learning system has a positive effect on learning.

This research hypothesis is statistically tested to check whether H_0 is rejected or not.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ The mean of the two groups has no significant difference.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ The mean of the two groups are significantly different.

The significance level alpha value (α) is set to 0.05. Statistical variables below are used hereafter:

n	Sample size
SD.	Standard deviation
Sig.	The attained level of significance
t	t-test value
\bar{X}	Mean of sample
μ_1	Mean value of experimental group
μ_2	Mean value of control group

Table 7.1 The details of both experiments

Group of experiment	Menu				Satisfaction questionnaire
	Pretest	Training	Posttest	Quiz	
Experimental group	✓	✓	✓	✓	✓
Control group	✓			✓	✓

7.2.2 The Experiment Condition

The experiment was conducted from 6th to 17th in February, 2017. The whole number of the experimental subjects was set to 60 undergraduate students, who were randomly selected in two courses at Prince of Songkla University, Phuket Campus (Boxill, *et al.*, 1997). These 60 students were randomly divided into two groups: 30 students into the experimental group and the other 30 students into the control group. Thus, it is assumed that the initial condition of both groups on the learning target before the experiment be the same.

As the learning contents are directly related to the objective of the e-learning system, so a blind test trial method was not employed.

7.2.3 Experiment Procedures

7.2.3.1 Overview of the Whole Procedure

As summarized in Table 7.1, the experimental group takes all four steps: Pretest, Training, Posttest, and Quiz. On the other hand, the control group takes only two steps Pretest and Quiz. Pretest, Training, and Posttest were done in the same day by the experimental group, and Quiz was done a week later after Pretest by both the experimental and control groups. The rests were analyzed using the Independent Two-sample t Test with IBM SPSS Statistics version 22 (Larson-Hall, 2015).

After Quiz, a questionnaire survey on usability was conducted to both groups, which is discussed in 7.3.

Table 7.2 The number of questions in Pretest, Training, Posttest and Quiz

Menu	Number of Questions
Pretest	5
Training	10
Posttest	5
Quiz	10

7.2.3.2. Materials for the Experiment

As already mentioned, the learning materials in the e-learning system were grouped as Pretest, Training, Posttest, and Quiz. The number of questions in each is summarized in Table 7.2.

7.2.3.3 Rating of Inferential Skill Level

By the score that learner obtained in each menu, each subject was classified as one of the five classes with regard to the inferential skill level.

The interval size is calculated with (7.1):

$$\text{Class Interval Size (h)} = \frac{\text{Range}}{\text{Number of Classes}} \quad (7.1)$$

Range is the interval of the scores. In the case of this experiment, the result of Quiz is compared between the experimental and control groups. Quiz has 10 questions, and for each question, there are four answer choices, each of which has a score between 1 and 4 according to the plausibility defined by the result of the dual questionnaire survey discussed in Chapter 5. Therefore, the rating of the inferential skill is summarized as in Table 7.3. This rating is used both to show the learner their result of Pretest, Posttest, and Quiz, and to show the results in the subsequent sections.

Table 7.3 Rating of inferential skill level

Score	Meaning
33 - 40	The scores of learners are at an excellent inferential skill level.
25 - 32	The scores of learners are at a good inferential skill level.
17 - 24	The scores of learners are at a moderate inferential skill level.
9 - 16	The scores of learners are at a low inferential skill level.
1 - 8	The scores of learners are at the lowest inferential skill level.

7.2.4 Results of E-learning System Evaluation by Experiments

Under the assumption that the initial condition on inferential skills between the experimental and control groups are the same, as mentioned in 7.2.2, the result of Quiz of both groups is compared. The results of Pretest of both groups and Posttest of the experimental group are summarized in APPENDIX E.

7.2.4.1 Experimental Group

The result of Quiz in the experimental group is summarized in Table 7.4. From the rating criteria, 86.67% of the learners were evaluated as at a good inferential skill, and the mean and SD values tells that this result basically obeys a normal distribution.

The e-learning system also record the time spent to reach the answer for each question, and the average answer time was 40 seconds.

Table 7.4 Result of experimental group

Level	Learner (n = 30)	Learner (%)	Min.	Max.	\bar{X}	SD.	Time(s).
Excellent (33 - 40)	4	13.33					
Good (25 - 32)	26	86.67					
Moderate (17 - 24)	0	00.00	27	37	30.3	2.12	40
Low (9 - 16)	0	00.00			(Good)		
Lowest (1 - 8)	0	00.00					

7.2.4.2 Control Group

The result of Quiz in the control group is summarized in Table 7.5. From the rating criteria, only 40.00% of the learners as at a good inferential skill, and 56.67% as a moderate inferential skill. The mean and SD values tells that this result basically obeys a normal distribution.

The average answer time of the control group was 38 seconds, which was a little shorter than the average answer time of the experimental group, which implies that the learner of the control group did not spend time for inference and relied more on their ungrounded intuition.

Table 7.5 Result of the Control Group

Level	Learner (n=30)	Learner (%)	Min.	Max.	\bar{X}	SD.	Time(s).
Excellent (33 - 40)	1	3.33					
Good (25 - 32)	12	40.00					
Moderate (17 - 24)	17	56.67	20	33	24.87	3.58	38
Low (9 - 16)	0	00.00			(Moderate)		
Lowest (1 - 8)	0	00.00					

7.2.4.3 Comparison between the Experimental and Control Groups

The hypothesis of this experiment is that the e-learning system has a positive effect on learning. In order to statistically test this hypothesis, two competing hypothesis H_0 and H_1 was set as follows:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$	The mean of the two groups has no significant difference.
$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$	The mean of the two groups are significantly different.

If the H_0 is rejected according to the significance value alpha (α), which is set to 0.05, the research hypothesis is to be adopted. The result of the statistical testing on this regard is calculated with Independent Two-sample t Test, and the obtained significance value is 0.02, which is smaller than alpha (α) as shown in Table 7.6. Thus, the competing hypothesis H_0 is rejected at 95% of confidence. The result shown in 7.2.4.1 and 7.2.4.2 obviously tells that the experimental group obtained better results compared to the control group. Therefore, it is concluded that, as expected, the e-learning system in this thesis can be considered to be significantly effective for fostering inferential skills with regard to safe driving.

Table 7.6 The comparison of both experiments

Groups of Experiment	n	\bar{X}	SD.	t	Sig.
Experimental	30	30.30	2.12	5.141	.002
Control	30	24.87	3.58		

7.3 The E-learning System Evaluation with the Learner Satisfaction

As mentioned before, a questionnaire survey on usability was also conducted after Quiz for both the experimental and control group to evaluate the system in terms of usability. The questionnaire form used is shown in APPENDIX F. This questionnaire survey is a common survey to evaluate e-learning system. It is divided into three sections: in terms of the web system, in terms of the contents, and in terms of the design, which is rated with five Likert scales (Wade, 2006). More specifically, I basically adopted the survey items related to my e-learning system from the questionnaire survey format used at Thai cyber university on topics (จินตวีร์ คล้ายสังข์, 2554). The proposed questionnaire survey format was approved by my advisor. The questionnaire form also contains a free description in order to obtain opinions and suggestions not limited to the items prepared.

As the rating is with five Likert scales, so the meaning of the result is interpreted according to the categorization shown in Table 7.7.

Table 7.7 Rating of learner satisfaction

Score	Meaning
4.21-5.00	Very satisfied
3.41-4.20	Satisfied
2.61-3.40	Neither satisfied nor dissatisfied
1.81-2.60	Dissatisfied
1.00-1.80	Very dissatisfied

The result of the questionnaire survey on usability is summarized in Table 7.9. Considering the nature of the questionnaire survey, no comparison between the experimental and control group was made. To guarantee the reliability of the results, Cronbach's Alpha is employed. If the value of Cronbach's Alpha is more than 0.7, it is decided to be reliable (Boxill, *et al.*, 1997).

As in Table 7.8, the result of Cronbach's Alpha evaluation, all the survey items are between 0.916 - 0.926. Thus, it is concluded that these results are reliable.

Table 7.8 The comparison of learner satisfaction

No.	List of question	\bar{X}	Level of satisfaction	Cronbach's Alpha
Format				
1	The website has an appropriate and attractive presentation format.	4.28	Very satisfied	.919
2	The website layout has a right position.	4.12	Satisfied	.918
3	The website has an appropriate content format for each page.	4.33	Satisfied	.920
4	The website has the right format and layout of appropriate and easy to understand content.	4.23	Very satisfied	.919
Content				
5	The content is consistent and comprehensive based on objective.	4.27	Very satisfied	.919
6	Content topics are divided properly.	4.35	Very satisfied	.921
7	The content is continuously organized and easily understand.	4.32	Very satisfied	.923
8	The content of each menu is interrelated.	4.32	Very satisfied	.917
9	The content is appropriate with the level of learner knowledge.	4.25	Very satisfied	.926
10	Proper, clear, and accurate language used and can communicate with the learner accessed to instructional media.	4.27	Very satisfied	.921
11	The content is useful for further to learn and give broad knowledge.	4.08	Satisfied	.921

Table 7.8 The comparison of learner satisfaction (cont.)

No.	List of question	\bar{X}	Level of satisfaction	Cronbach's Alpha
Design				
12	Font style is easy to read, suitable, and harmonious.	4.42	Very satisfied	.918
13	The illustrations convey exactly the objective of the content.	4.33	Very satisfied	.918
14	Using harmonious color on every page and give meaning clearly.	4.47	Very satisfied	.918
15	Use buttons and icons are clearly defined and placed in the suitable places.	4.10	Satisfied	.924
16	The overall composition is harmonious with a clear identity.	4.27	Very satisfied	.919
17	Internal data linking is appropriate.	4.27	Very satisfied	.916

As the result shows, the learners had satisfaction in terms of all the survey items. Most of the learners evaluated my e-learning system as very satisfactory or satisfactory. It implies that the e-learning system developed here had good usability enough to let the learners learn with it smoothly.

Turning our eye onto the free descriptions, some suggestions for improvement were contained. The result is shown in Table 7.9.

Table 7.9 Optional users' suggestions in the satisfaction survey

Users' suggestions
- The e-learning is in the form of web-based application. It is a simple one and easy to use.
- Content presented in the form of four-panel cartoons is very easy to understand.
- Password reset function is needed. I often forget my password.
- Some answers in each situation are ambiguous. This makes each situation could have more than one answer.
- The system should be more responsive to make it easier to use.
- The system should have animations as contents in future.

7.4 Discussion

The e-learning system developed here was designed to foster inferential skills for safe driving, and story boards in the form of four panel cartoons are employed as the learning contents representations to show the learning contents effectively from the perspective to balance effect and cost. It was developed as a Web-based system to achieve necessary usability efficiently. Based on the results shown in 7.3 and 7.4, the e-learning system developed here, though it is a prototypical one, is confirmed that (1) it is effective for fostering inferential skills in terms of safe driving; (2) story boards in the form of four panel cartoons are satisfactory enough; and (3) the usability of the system as a whole is satisfactory enough.

In particular, as reported in 7.2.4.3, the outcome measured with Quiz, which was conducted a week later from Pretest, had a meaningfully big different between the experimental and control groups. With the assumption with random sampling of the groups that both groups had

the same initial condition in terms of inference for safe driving, this e-learning system achieved a satisfactory effect on fostering inferential skills.

From another point of view, the quantity of the contents in this e-learning system is not large and the training time is within a day, which might look insufficient. However, the evaluation of the effect was tested with Quiz, which was conducted a week after Pretest and training, and it is suggested that this e-learning system is effective even with a small quantity of learning materials. The effect with more learning materials with a longer learning period will be a future task.

It is also interesting that the control group spent a little less time in answering than the experimental group, as pointed out in 7.2.4.2. The average time spent in answering was 40 seconds in the experimental group and 38 seconds in the control group. This time consists of looking into three cartoon panels, reading the question, and reading the four answer choices to choose. Though it is not possible to estimate how many seconds are exactly spent for inferential thinking to reach the answer, nearly 30 seconds were usually spent looking into three cartoon panels and reading the question, according to my observations. Thus, the two seconds of difference, though it is small, suggests that the experimental group tried to spend more time making reasonable inference while the control group tended to reach an answer more with their ungrounded intuitions. If this interpretation is on the right track, this e-learning system indeed let the learners in the experimental group be more keen and careful finding clues from the given situation as well as their knowledge and previous experiences, which is why the experimental group took more time on average than the control group.

CHAPTER 8

CONCLUSIONS

8.1 Conclusion

This thesis proposed an e-learning system to foster inferential skills for safe driving. The features developed were (1) story boards in the form of four panel cartoons were adopted as the representations of learning contents, judging from the balance of effect and cost; (2) the dual questionnaire survey method was proposed to prepare realistic answer choices based on the free creation of answer choices at learners' level, ranked and checked at an experienced level; and (3) a Web-based implementation is adopted to enable the system more easily accessible at a lower development cost. These three features are expected to contribute to the first research objective, "develop a prototypical e-learning system to foster the inferential skill". The experimental result and questionnaire survey result discussed in Chapter 7, as well as validity evaluation discussed in 4.4 and 5.3, concludes that these features indeed contributed.

The other research objective of this thesis is "establish evaluation methods for the inferential skill with the use of the prototypical e-learning system". First, during the development of the system, as mentioned above, the system, the contents, and the answer choices were all tested for validity and appropriateness before the release of the system. Second, the effect was evaluated by a comparative experiment in which the outcome scores and the time spent reaching an answer were considered. Thus, this thesis proposed a systematic evaluation method adapted both in development and implementation phases in the sense of the ADDIE Model, which seems contribute to the result of the first objective.

8.2 Future Work

As my e-learning system is a prototypical one, the preparation of more contents in order to cover more about various traffic conditions and driving manners is the first priority. Second, I did not consider it an important predetermined factor whether the learner has a driver's license or not because a preliminary investigation did not find noticeable differences between the group with a driver's license and the group without it. Realistically speaking, however, there are some people who drive without a driver's license particularly in the case of a motorbike. In other words, the current Thailand situation makes it difficult to assume that people with a driver's license are supposed to have a better knowledge and experience than people without it. Though it is a sensitive issue, more investigations should be done on the effects of their past driving experiences and their driver's license holding.

In terms of the system construction, the usability survey that I conducted tells that most of the learners had a positive impression on my system, but there were also several suggestions for improvements, including more clarifications in contents presentation, the potential use of animations instead of four panel cartoons, a more responsive design, and other functions to be implemented.

From a more academic perspective, the dual questionnaire survey method to prepare a better variety of answer choices describe in chapter 5 did not contain the professional review of the result of the first survey, and thus if an appropriate answer is accidentally missing in it, the second survey whose answer choices are selected from the first survey does not include it. In this thesis, such an error did not happen because the contents are rather basic and general. However, such errors are likely to happen when more contents are prepared. In this respect, the professional review of the result of the first survey will be needed, although my proposal itself is still useful.

REFERENCES

- 37signals. (2015). "Web-Based Software is Better than Your Regular Software." (Online) Available on <https://37signals.com/webbased> (15 November 2016).
- Agrawal, M. (2007). "Constructivism and pupil evaluation." *Journal of Indian Education*, 33(1), 16-27.
- Akyüz, H. I. and Samsa, S. (2009). "Critical thinking skills of preservice teachers in the blended learning environment." *Journal of Human Sciences*, 6(2), 538-550.
- Aldobie, N. (2015). "ADDIE Model." *American International Journal of Contemporary Research*, 5(6), 68-71.
- An, Y. J. and Williams, K. (2010). "Teaching with Web 2.0 technologies: Benefits, barriers and lessons learned." *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 7(3), 41-48.
- Boller, S. (2017). "Seven 2017 Learning Trends: Novel or Norm?." (Online) Available on <http://www.elearninglearning.com/2017/trends/web/?open-article-id=6032854&article-title=seven-2017-learning-trends--novel-or-norm-&blog-domain=bottomlineperformance.com&blog-title=bottom-line-performance> (2 March 2017).
- Boxill, I., Chambers, C. M., and Wint, E. (1997). *Introduction to Social Research: With Applications to the Caribbean*, University of The West Indies Press, Mona, Jamaica.
- Burgess, M. L. (2009). "Using WebCT as a supplemental tool to enhance critical thinking and engagement among developmental reading students." *Journal of College Reading and Learning*, 39(2), 9-33.
- Clark, R. C. and Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*, John Wiley & Sons, New York.
- Clark, R. C. M. and Richard E. (2003). *E-learning and the Science of Instruction*, John Wiley & Sons, New York.
- DiCerbo, K. X. (2014). *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*, Taylor & Francis, Melbourne, Australia.

- Driscoll, M. P. (2005). *Psychology of Learning for Instruction*, Florida State University, Tallahassee, Florida.
- Ertmer, P. A. and Newby, T. J. (1993). "Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective." *Performance Improvement Quarterly*, 6(4), 50-72.
- Hassan, W. A. R. W., Hamid, S., Norman, A. A., and Yasin, N. (2008). "Storyboards based on instructional design principles: A tool for creating e-learning content." *International Journal of Learning*, 15(6), 163-178.
- Hingorjo, M. R. and Jaleel, F. (2012). "Analysis of one-best MCQs: The difficulty index, discrimination index and distractor efficiency." *Journal of the Pakistan Medical Association*, 62(2), 142-147.
- Hussain, S., Wang, Z., and Rahim, S. (2013). "E-learning services for rural communities." *International Journal of Computer Applications*, 68(5), 15-20.
- Khan, B. H. (1997). *Web-Based Instruction*, Educational Technology Publications, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Kispal, A. (2008). "Effective Teaching of Inference Skills for Reading." (Online) Available on <http://dera.ioe.ac.uk/7918/1/DCSF-RR031.pdf> (12 January 2016).
- Knowles, M. (1973). *The adult Learner A Neglected Species*, Gulf Publishing Company, Houston.
- Larson-Hall, J. (2015). *A guide to doing statistics in second language research using SPSS and R*, Routledge, UK.
- Martinez, M. and Jagannathan, S. (2008). "Moodle: A Low-Cost Solution for Successful E-learning." (Online) Available on <https://www.learningsolutionsmag.com/articles/71/moodle-a-low-cost-solution-for-successful-e-learning> (12 January 2016).
- Mathew, N. and Dohery-Poirier, M. (2000). "Using the World Wide Web to Enhance Classroom Instruction." (Online) Available on <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/732> (20 January 2016).
- Mayes, T. and de Freitas, S. (2004). "Review of E-learning Theories, Frameworks and Models: JISC e-learning models study report." (Online) Available on <http://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/32662/1/review-of-e-learning-theories.pdf> (23 January 2016).

- Nayak, S. and Kalyankar, N. (2010). "E-learning technology for rural child development." *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2(2), 208-212.
- Noll, C. L. and Wilkins, M. (2002). "Critical skills of IS professionals: A model for curriculum development." *Journal of Information Technology Education*, 1(3), 143-154.
- Olson, T. M. and Wisher, R. A. (2002). "The Effectiveness of Web-Based Instruction: An Initial Inquiry." (Online) Available on <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/103/182?> (20 January 2016).
- Pappas, C. (2016). "The Top 10 List Of eLearning Acronyms For New eLearning Professionals." (Online) Available on <https://elearningindustry.com/top-10-list-elearning-acronyms-new-elearning-professionals> (15 July 2016).
- Pasha, S. F. (2005). *Role of ICT in Mahatma Gandhi National Rural Employment Guarantee Act*, Computer Society of India, Mumbai.
- Saadé, R. G., Canada, D. M., and Thomas, J. D. E. (2012). "Critical thinking in e-learning environments." *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1608-1617.
- Salpeter, J. (2003). "21st Century Skills: Will Our Students be Prepared?." (Online) Available on <http://www.techlearning.com/news/0002/21st-century-skills-will-our-students-be-prepared/64781> (22 January 2016).
- Smit, B. (2002). "Atlas.ti for qualitative data analysis: research paper." *Perspectives in Education*, 20(3), 65-75.
- Thomas, J. D. and Morin, D. (2010). "Technological supports for onsite and distance education and students' perceptions of acquisition of thinking and team-building skills." *International Journal of Distance Education Technologies*, 8(2), 1-13.
- Trilling, B. (2007). "Toward learning societies and the global challenges for learning with ICT." *Australian Educational Computing*, 22(1), 10-16.
- Turner, R. C., Mulvenon, S. W., Thomas, S. P., & Balkin, R. S. (2002). "Computing Indices of Item Congruence for Test Development Validity Assessments.", *Proceedings of the Twenty-Seventh Annual SAS*, Orlando, Florida: 14 - 17 April, 2002.
- Wade, M. V. (2006). *Likert-type scale response anchors*. Clemson University, Clemson, South Carolina, United States.

- World Health Organization. (2015). *Global status report on road safety 2015*, WHO Document Production Services, Geneva, Switzerland.
- Yaghoubi, J. and Malekmohammadi, I. (2008). "Model for E-Learning in Higher Education of Agricultural Extension and Education in Iran.", *Proceeding of World Conference on Agricultural Information*, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, Japan: 24 - 27 August, 2008.
- Zuell, C., Menold, N., and Körber, S. (2015). "The influence of the answer box size on item nonresponse to open-ended questions in a web survey." *Social Science Computer Review*, 33(1), 115-122.
- โครงการรณรงค์ส่งเสริมการสร้างวินัยจราจรเด็กและเยาวชน กระทรวงศึกษาธิการ. (2513). "คู่มือการเรียนการสอนเรื่อง การใช้รถใช้ถนนอย่างถูกต้องปลอดภัยระดับมัธยมศึกษาและอาชีวศึกษา." (Online) Available on <http://resource.thaihealth.or.th/library/10728> (วันที่ 12 เมษายน 2559).
- จินตวิรั คสายสังข์. (2554). หลักการออกแบบเว็บไซต์ทางการศึกษา: ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ, สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2553). "ความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนน." (Online) Available on <http://resource.thaihealth.or.th/library/hot/13080> (วันที่ 12 เมษายน 2559).

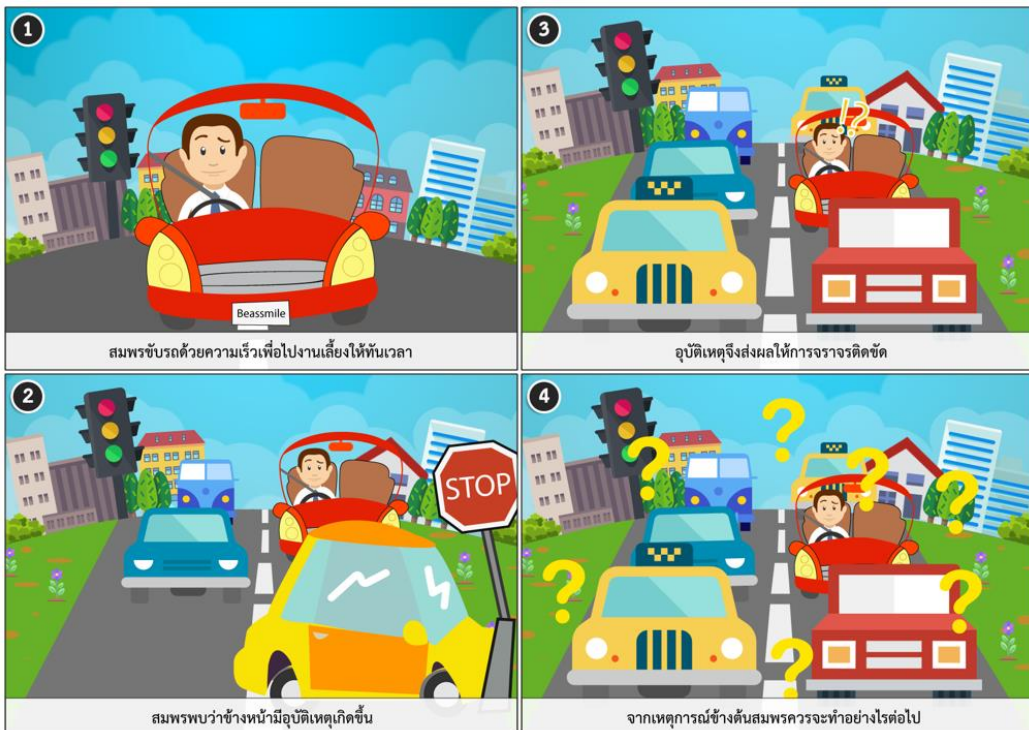
APPENDIX

APPENDIX A: Prepared Four Panel Cartoons

สถานการณ์ที่ 1



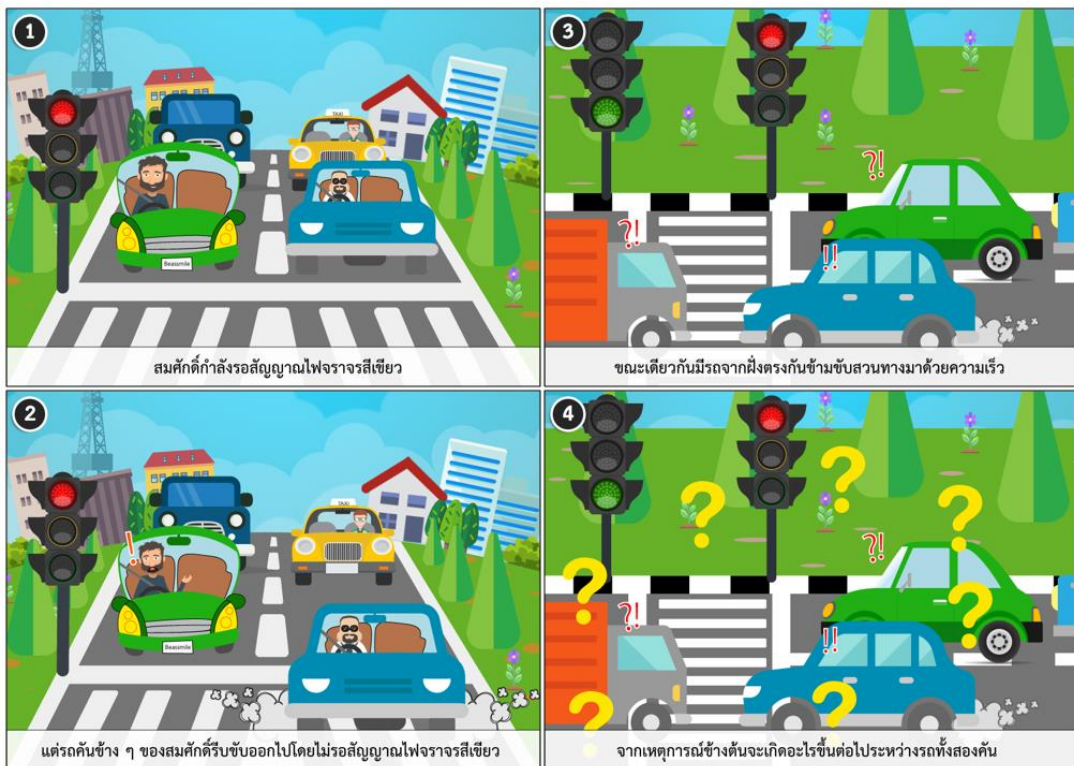
สถานการณ์ที่ 2



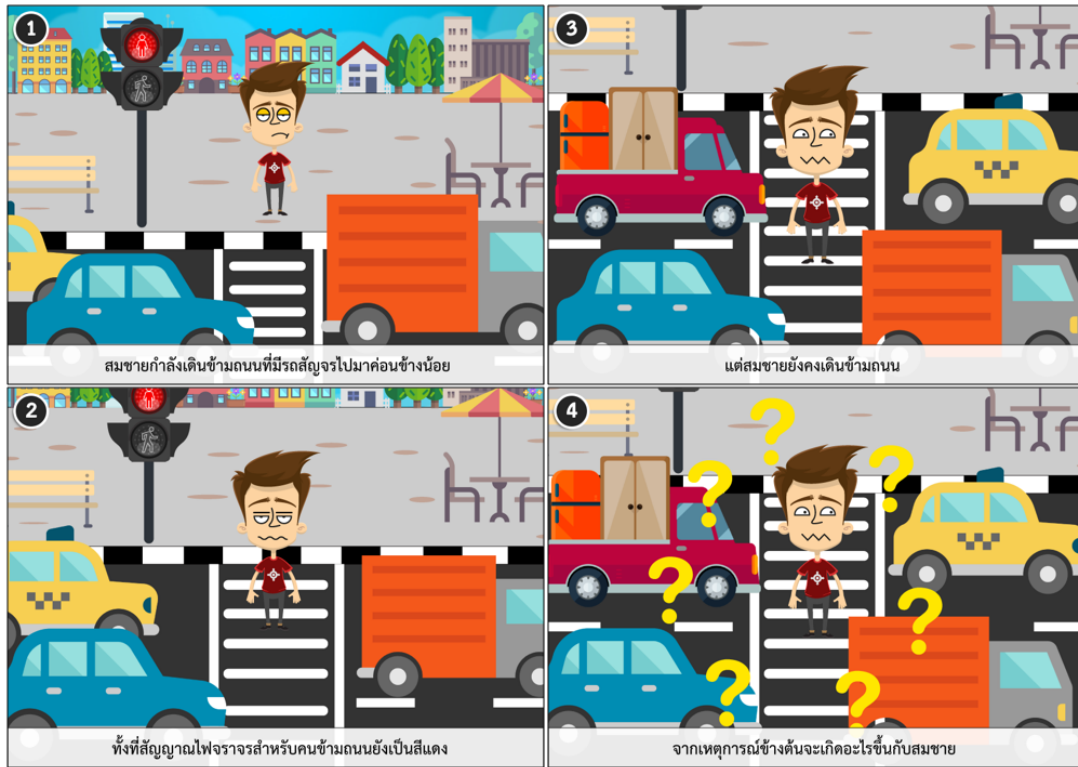
สถานการณ์ที่ 3



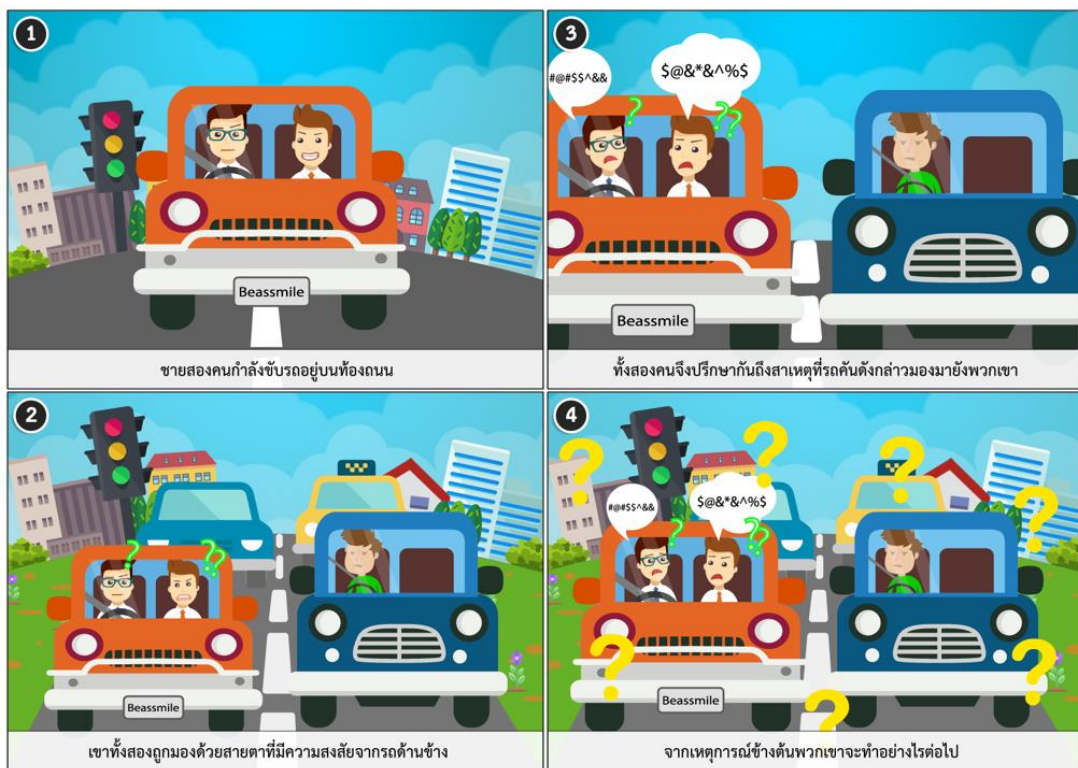
สถานการณ์ที่ 4



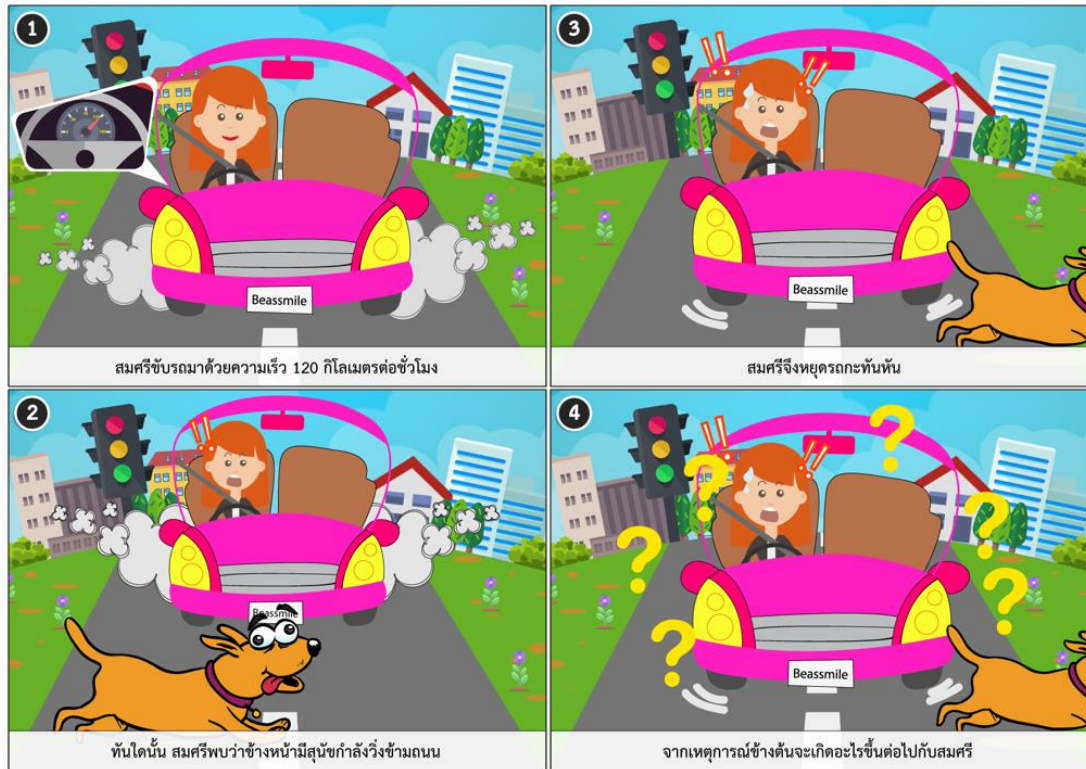
สถานการณ์ที่ 5



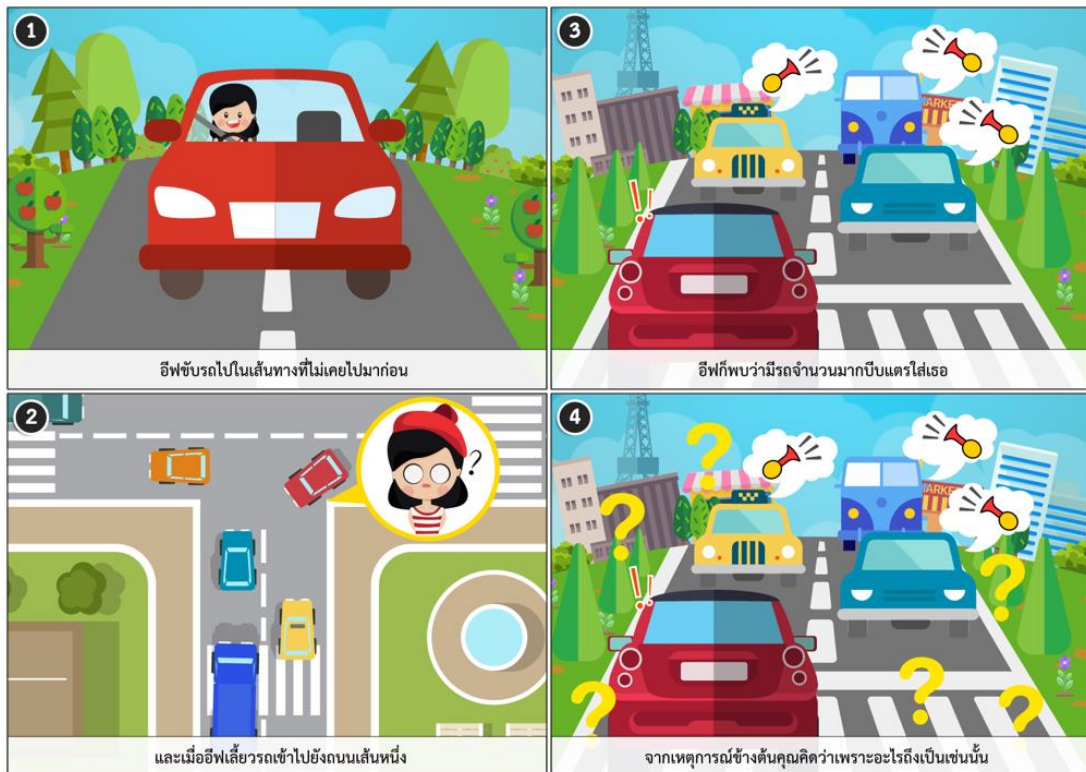
สถานการณ์ที่ 6







สถานการณ์ที่ 7







สถานการณ์ที่ 8



สถานการณ์ที่ 9

 <p>1</p>	 <p>3</p>
 <p>2</p>	 <p>4</p>
<p>ชยารกำลังขับรถออกไปทำงาน</p>	<p>เพราะมีคนโทรมาหาชยาร</p>
<p>ทันใดนั้นโทรศัพท์ของชยารดังขึ้น</p>	<p>ชยารควรจะทำอะไร</p>

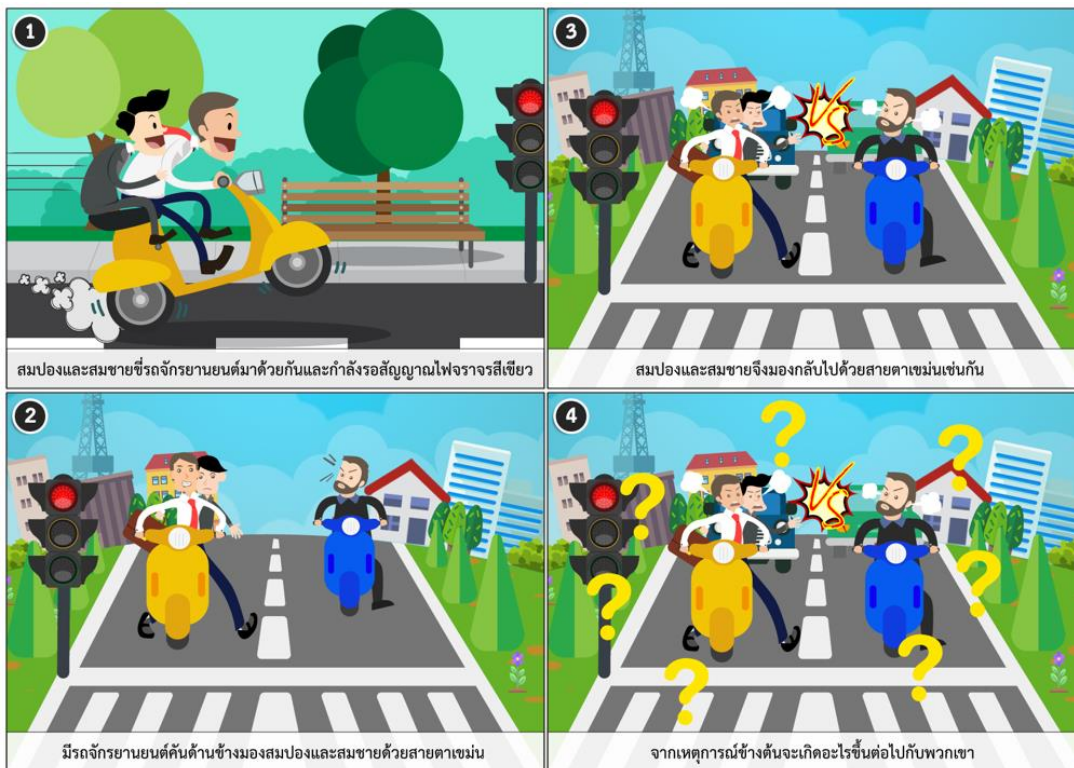
สถานการณ์ที่ 10

 <p>1</p>	 <p>3</p>
 <p>2</p>	 <p>4</p>
<p>ศตวรรษกำลังขับรถไปยังบ้านเพื่อน ซึ่งอยู่อีกฝั่งของถนน</p>	<p>และทำให้ศตวรรษหลงทาง</p>
<p>แต่เนื่องจากศตวรรษไม่มีความชำนาญเส้นทาง จึงกลับมิดเส้นทาง</p>	<p>จากเหตุการณ์ข้างต้นศตวรรษควรจะทำอย่างไรต่อไป</p>

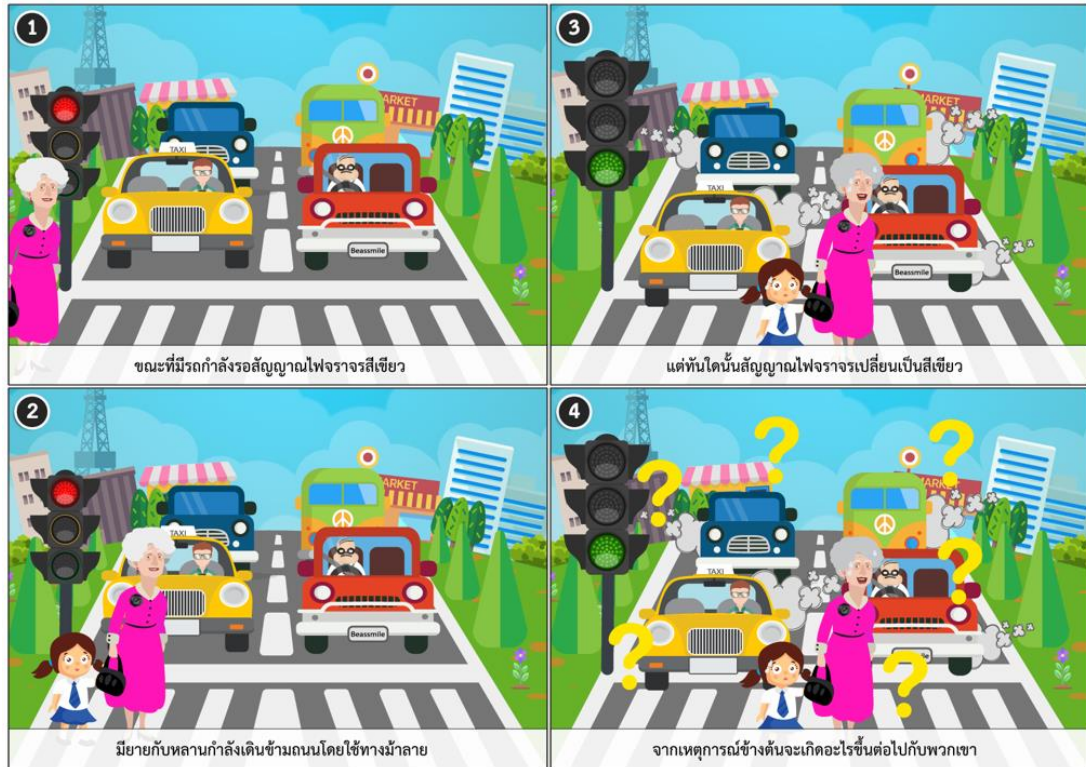
สถานการณ์ที่ 11



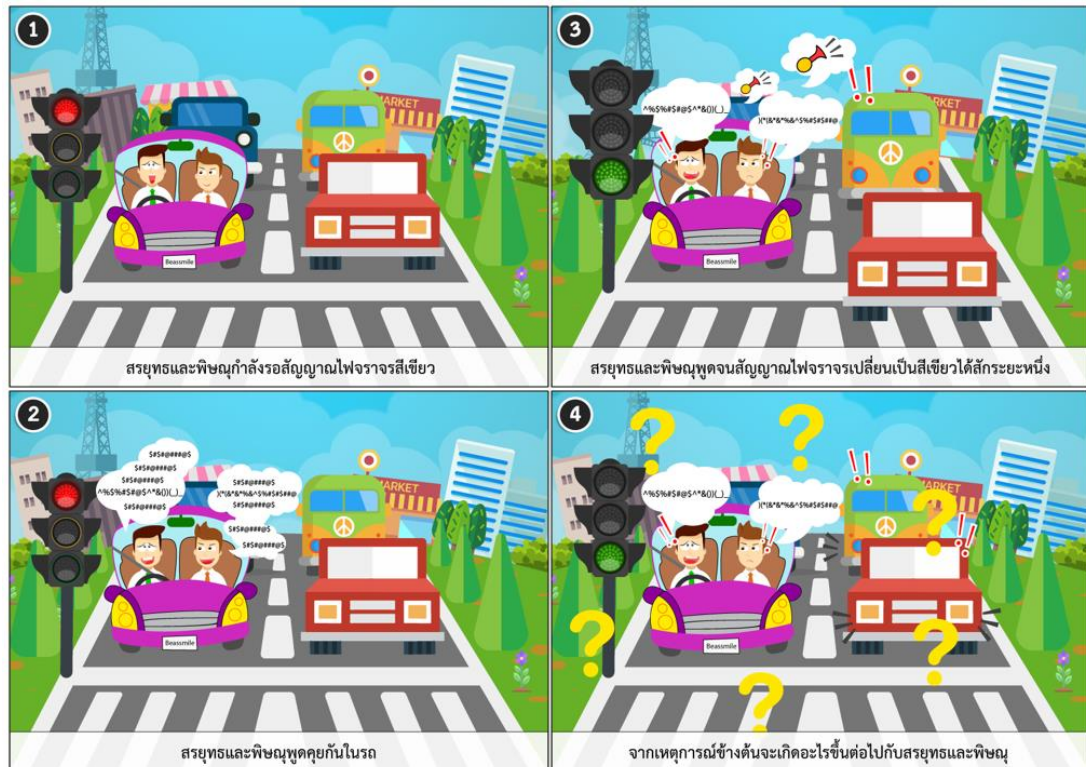
สถานการณ์ที่ 12



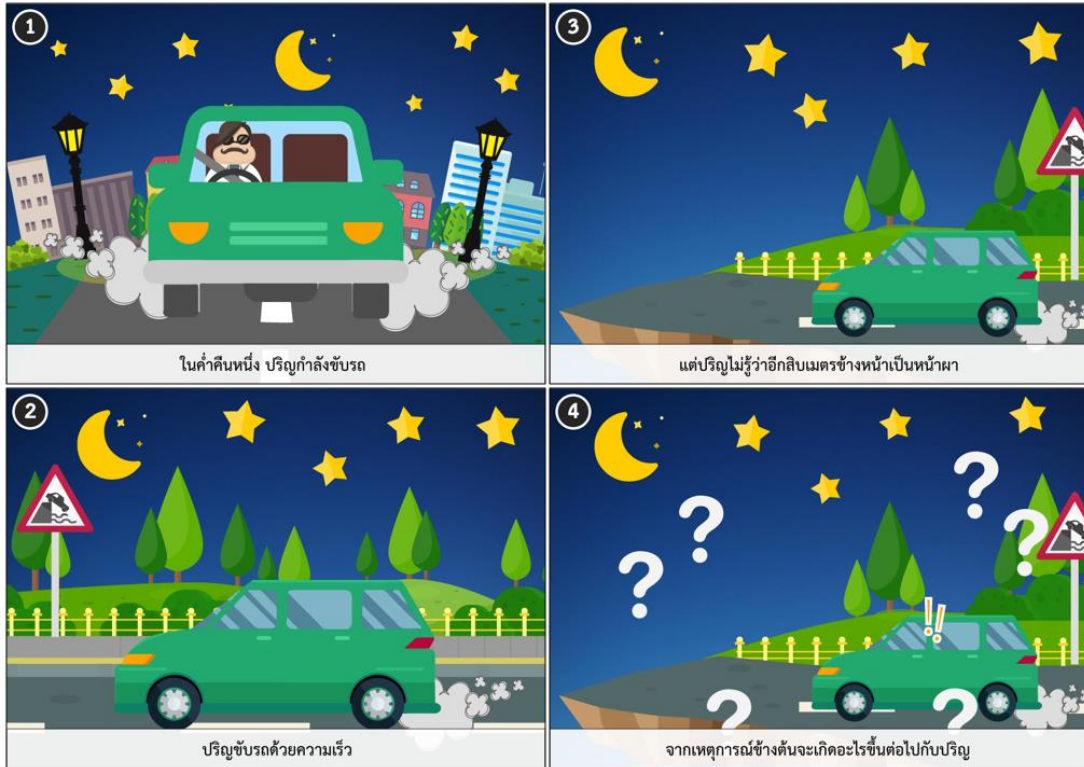
สถานการณ์ที่ 13



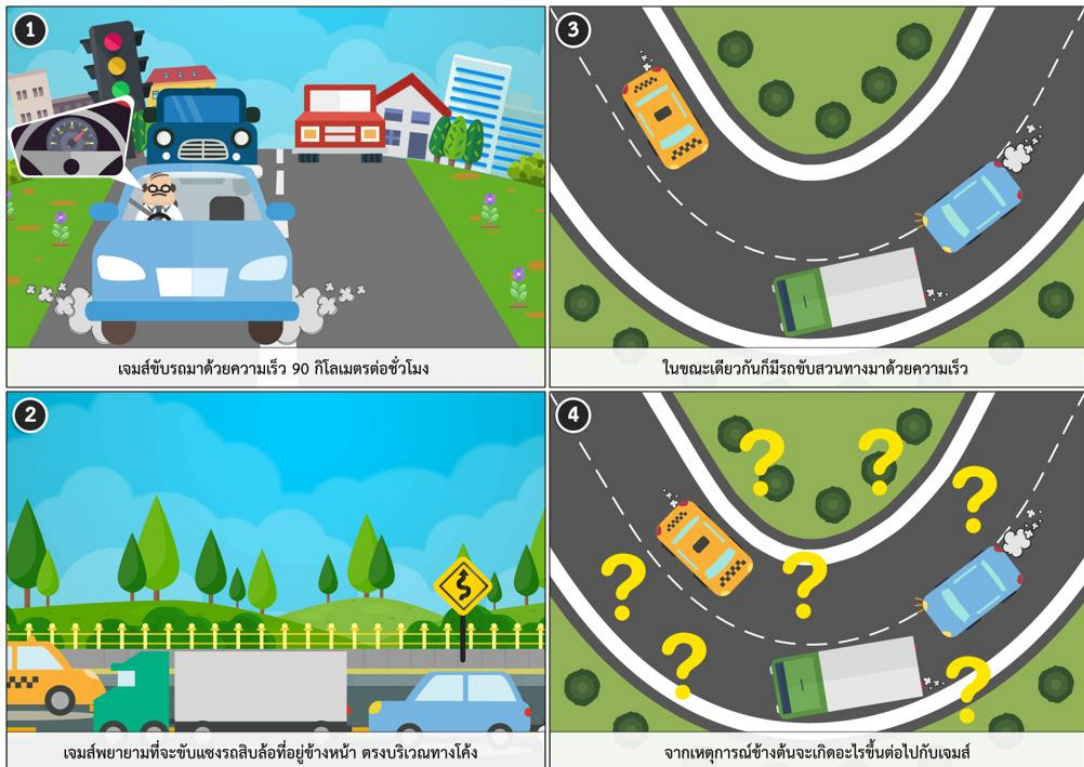
สถานการณ์ที่ 14



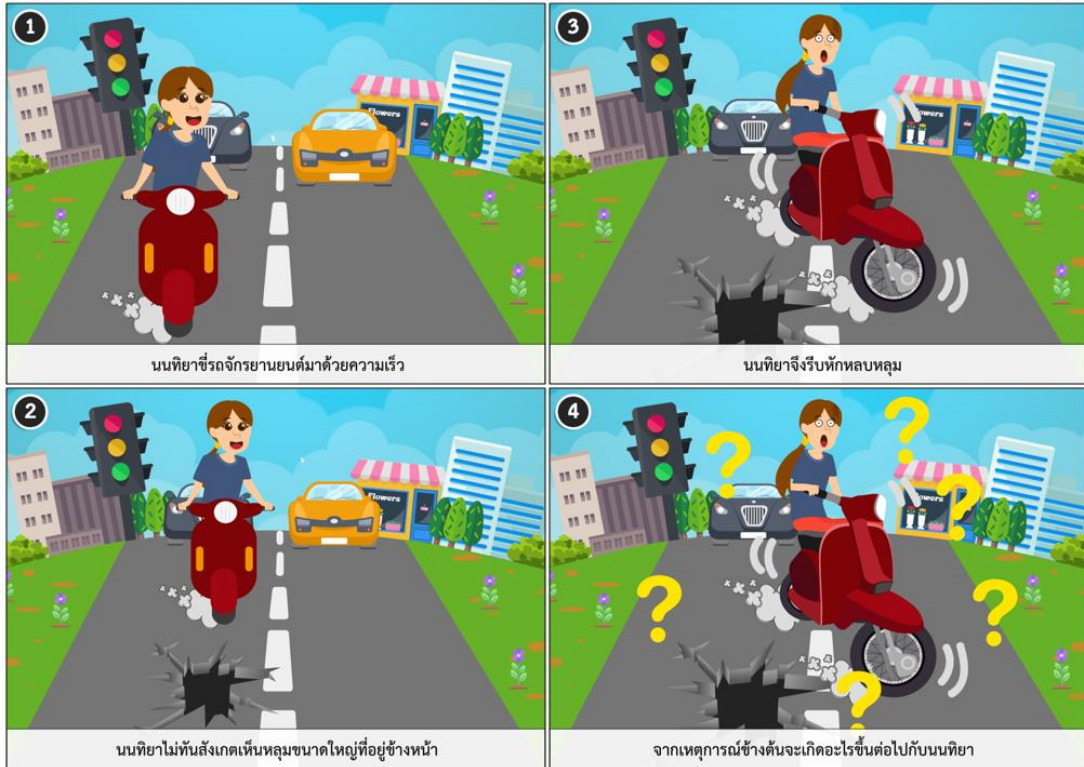
สถานการณ์ที่ 15



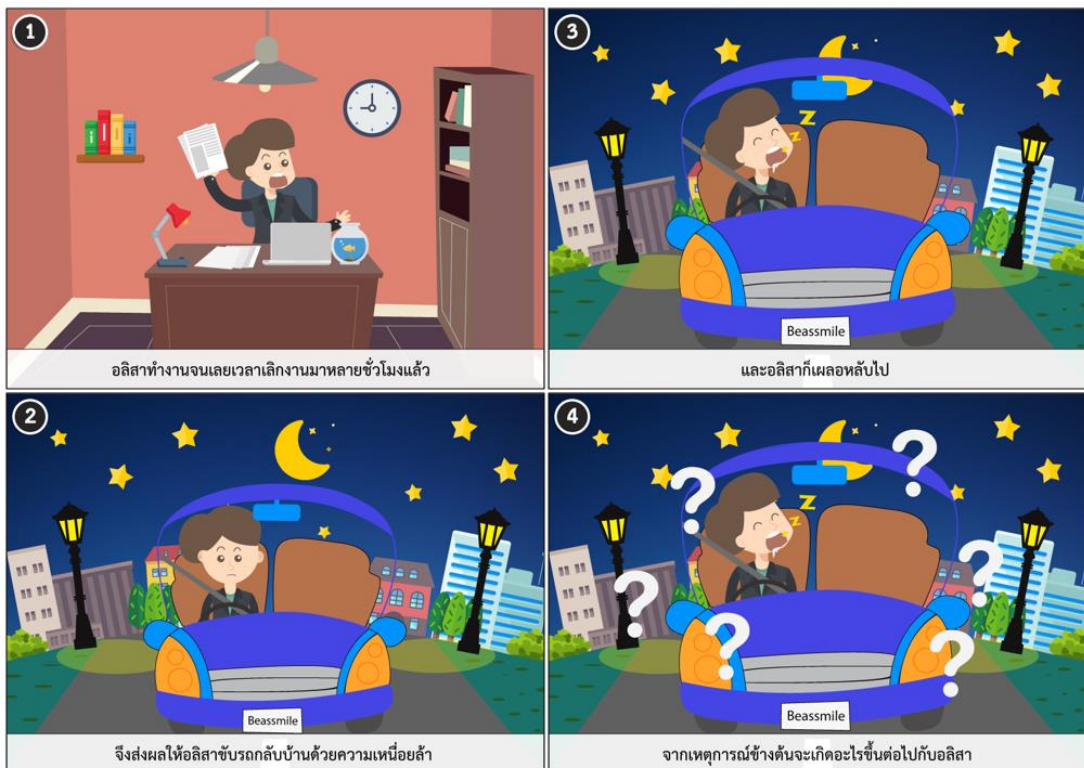
สถานการณ์ที่ 16







สถานการณ์ที่ 17







สถานการณ์ที่ 18







สถานการณ์ที่ 19

 <p>1</p>	 <p>3</p>
 <p>2</p>	 <p>4</p>
<p>เจมส์กำลังขับรถไปหาเพื่อน</p>	<p>เจมส์จึงเลี้ยวรถกะทันหัน โดยไม่ได้เปิดสัญญาณไฟเลี้ยวและไม่ได้สังเกตรถที่ขับตามมา</p>
<p>แต่เจมส์จำเส้นทางที่ไปยังบ้านเพื่อนของเขาไม่ได้</p>	<p>จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับเจมส์</p>




สถานการณ์ที่ 20

 <p>1</p>	 <p>3</p>
 <p>2</p>	 <p>4</p>
<p>สมศักดิ์และสมศรีขี่รถจักรยานยนต์มาด้วยกัน</p>	<p>สมศรีตกใจและกระโดดลงจากรถจักรยานยนต์ทันทีในขณะที่รถกำลังเคลื่อนที่</p>
<p>ทันใดนั้นมีสุนัขวิ่งตัดหน้ารถของพวกเขา</p>	<p>จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับสมศรี</p>

สถานการณ์ที่ 21

<p>1</p>  <p>สมพรกำลังขับรถและมองหาที่จอดรถ</p>	<p>3</p>  <p>ขณะเดียวกันมีรถต้องการจอดที่เดียวกับสมพร แต่ไม่สังเกตว่าสมพรกำลังถอยรถเข้าช่อง</p>
<p>2</p>  <p>สมพรเห็นช่องจอดรถที่หนึ่งว่าง และกำลังถอยรถเพื่อเข้าจอดตามช่องจอดรถ</p>	<p>4</p>  <p>จะเกิดอะไรขึ้นกับรถทั้งสองคัน</p>

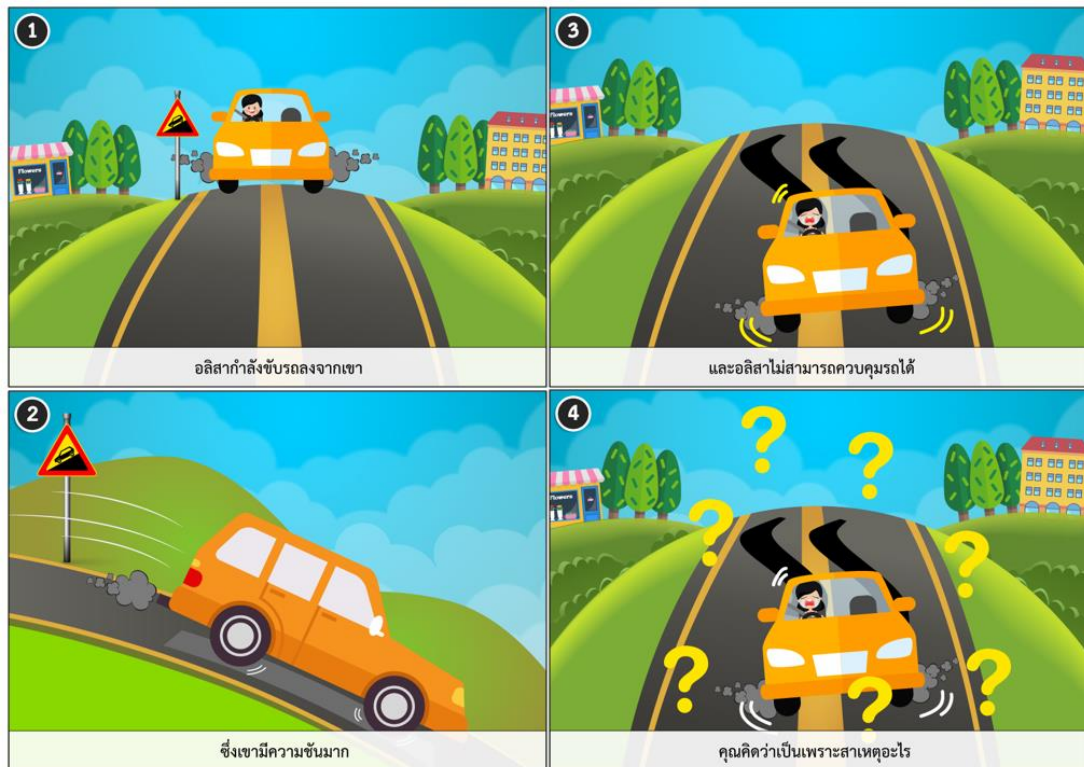
สถานการณ์ที่ 22

<p>1</p>  <p>สมศักดิ์กำลังหาที่จอดรถเพื่อทำธุระข้างทาง</p>	<p>3</p>  <p>สมศักดิ์จึงขับรถถอยหลังเพื่อจอด แต่ขณะเดียวกันมีรถอีกคันต้องการจะจอดที่เดียวกับเขา</p>
<p>2</p>  <p>แต่บริเวณที่สมศักดิ์ต้องการจอดมีรถจอดทั้งข้างหน้าและข้างหลัง</p>	<p>4</p>  <p>จะเกิดอะไรขึ้นระหว่างรถทั้งสองคัน</p>

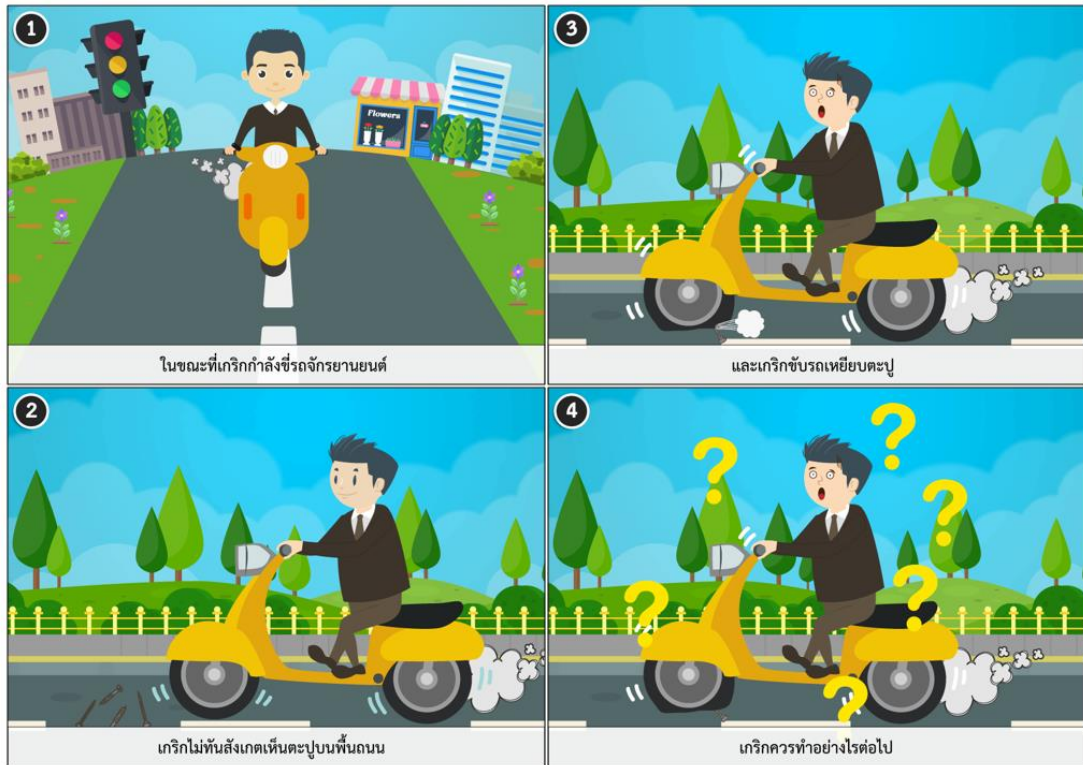
สถานการณ์ที่ 23



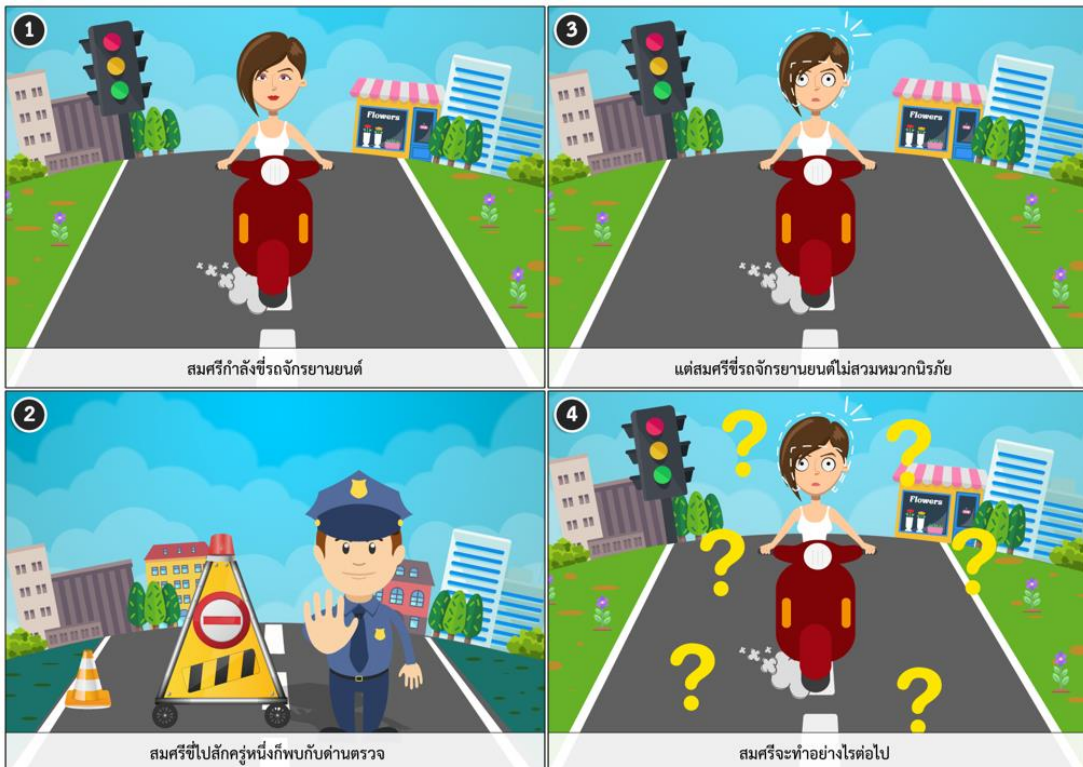
สถานการณ์ที่ 24



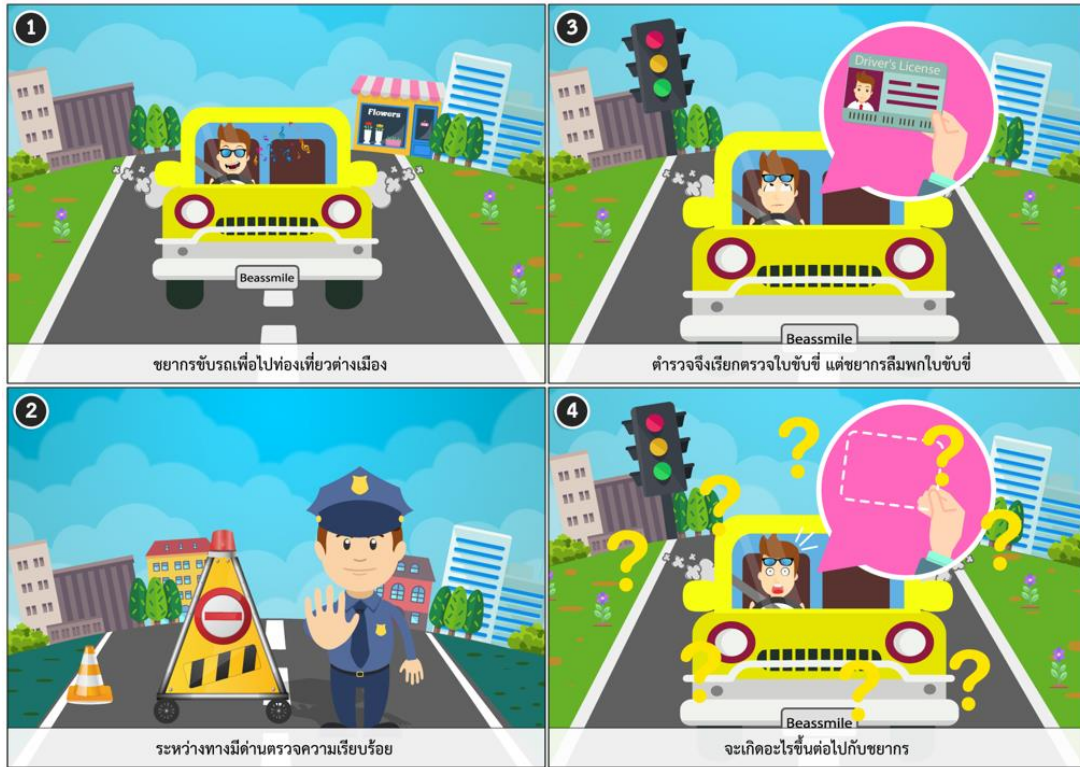
สถานการณ์ที่ 25



สถานการณ์ที่ 26



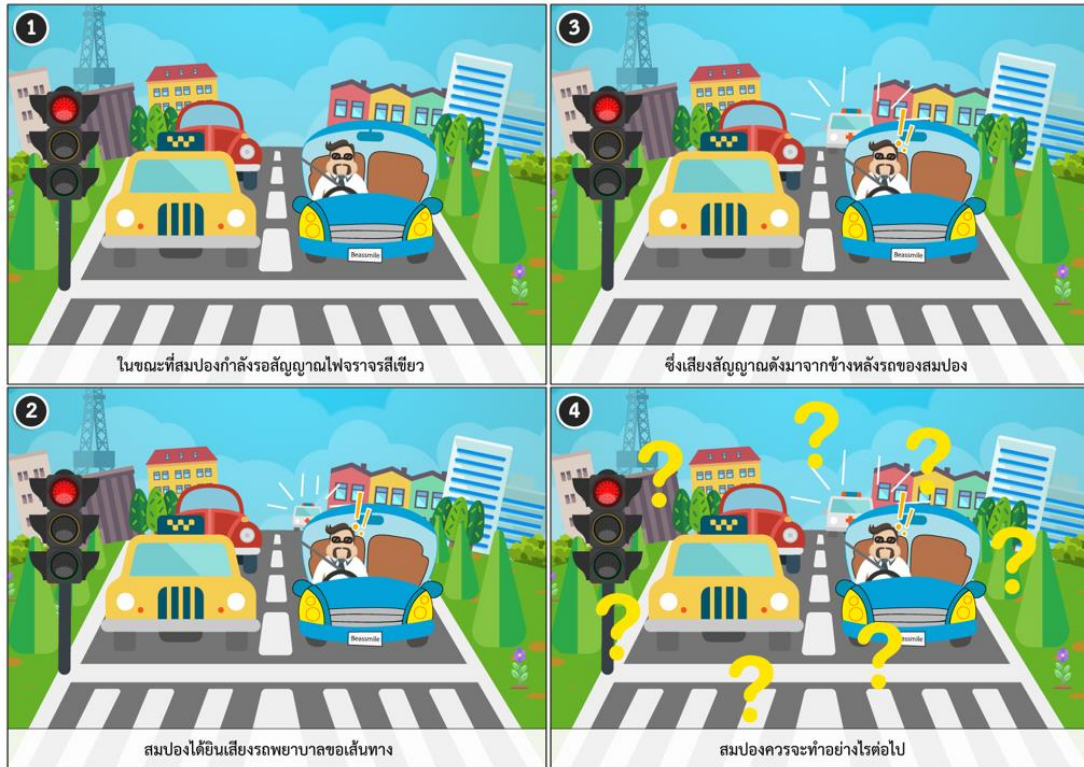
สถานการณ์ที่ 27



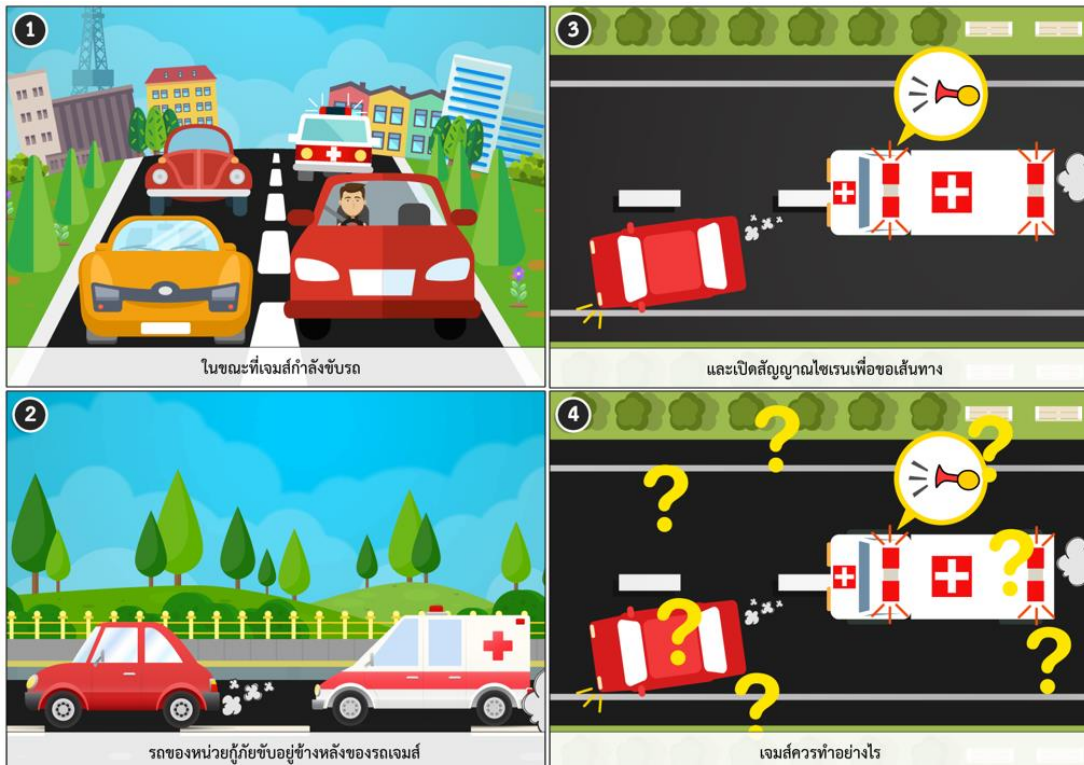
สถานการณ์ที่ 28



สถานการณ์ที่ 29



สถานการณ์ที่ 30



APPENDIX B

แบบประเมินความเหมาะสมของสถานการณ์ที่ใช้เพื่อสร้างเป็นเนื้อหาภายในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมาณ

แบบประเมินความเหมาะสมฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

วัตถุประสงค์ แบบประเมินฉบับนี้สร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการสร้างเป็นเนื้อหาในรูปแบบของบทภาพ (การ์ตูนสี่ช่อง) ภายในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมาณ

คำชี้แจง แบบประเมินแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ตารางการประเมินความเหมาะสมของเรื่องราว หรือสถานการณ์และบทภาพ (การ์ตูนสี่ช่อง) เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการประเมินความเหมาะสม จำนวน 30 เรื่อง

ส่วนที่ 3 บทภาพ (การ์ตูนสี่ช่อง) ที่สร้างจากรายการ หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการประเมินความเหมาะสม จำนวน 30 บทภาพ ดังแสดงใน APPENDIX A

ส่วนที่ 1 โปรดพิจารณาสถานการณ์ และบทบาท (การ์ตูนสี่ช่อง) เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

รายการประเมิน	ความเหมาะสม		
	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
สถานการณ์การใช้รถใช้ถนน			
1. สถานการณ์มีความชัดเจน เข้าใจง่าย			
2. สถานการณ์มีความสอดคล้องกับสถานการณ์จริงในการใช้รถใช้ถนน			
3. สถานการณ์มีความครอบคลุมกับสถานการณ์จริงในการใช้รถใช้ถนน และมีแนวโน้มจะเกิดขึ้นจริง			
4. สถานการณ์มีความหลากหลาย			
5. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นก่อให้เกิดการใช้ทักษะทางความคิดเชิงอนุมานในการหาคำตอบ			
6. จำนวนของสถานการณ์เพียงพอสำหรับการใช้เป็นเนื้อหาภายในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์			
7. ความเหมาะสมของสถานการณ์ที่จะนำไปสร้างเป็นบทบาท (การ์ตูนสี่ช่อง) ภายในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์			
บทบาท (การ์ตูนสี่ช่อง)			
8. ความเหมาะสมของรูปแบบภาพในบทบาท			
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรในบทบาท			
10. ความเหมาะสมของการใช้ภาษาในบทบาท (การสะกดคำ วรรคตอนถูกต้อง)			
11. บทบาทมีความสอดคล้องกับสถานการณ์การใช้รถใช้ถนนที่สร้างขึ้น			

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่ง

.....

(นางสาวอภิษฐา ขวัญแก้ว)

นักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการประเมินความเหมาะสม จำนวน 30 เรื่อง

1. ธันวาคมและเพื่อน ๆ กำลังเตะฟุตบอลในสวนสาธารณะ ทันใดนั้นธันวาคมเตะฟุตบอลลอยออกไปนอกสวนสาธารณะ ลูกบอลจึงกระดอนไปอยู่กลางถนน จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นกับฟุตบอลลูกนั้น
2. สมพรขับรถด้วยความเร็วเพื่อไปงานเลี้ยงให้ทันเวลา เขาพบว่าข้างหน้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจึงส่งผลให้การจราจรติดขัด จากเหตุการณ์ข้างต้นสมพรควรจะทำอย่างไรต่อไป
3. สมพงศ์กำลังขับรถออกไปทำธุระนอกบ้าน และเขาพบว่าสภาพอากาศข้างนอกมีสภาวะที่เลวร้ายเนื่องจากฝนตก และยังไปกว่านั้นเขาพบว่ารถของเขาน้ำมันหมดระหว่างทาง จากเหตุการณ์ข้างต้นสมพงศ์ควรจะทำอย่างไรต่อไป
4. สมศักดิ์กำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว แต่รถคันข้าง ๆ ของเขารีบขับออกไปโดยไม่รอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว ขณะเดียวกันมีรถจากฝั่งตรงกันข้ามขับสวนทางมาด้วยความเร็ว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไประหว่างรถทั้งสองคัน
5. สมชายกำลังเดินข้ามถนนที่มีรถสัญจรไปมาก่อนข้างน้อย แต่เขาเดินข้ามถนนที่สัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้ามถนนยังเป็นสีแดง จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นกับสมชาย
6. ชายสองคนกำลังขับรถอยู่บนท้องถนน เขาทั้งสองถูกมองด้วยสายตาที่มีความสงสัยจากรถด้านข้าง ทั้งสองคนจึงปรึกษากันถึงสาเหตุที่รถคันดังกล่าวมองมายังพวกเขา จากเหตุการณ์ข้างต้นพวกเขาจะทำอย่างไรต่อไป
7. สมศรีขับรถมาด้วยความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทันใดนั้น เธอพบว่าข้างหน้ามีสุนัขกำลังวิ่งข้ามถนน สมศรีจึงหยุดรถกะทันหัน จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับสมศรี
8. อีฟขับรถไปในเส้นทางที่ไม่เคยไปมาก่อน และเมื่อเธอเลี้ยวรถเข้าไปยังถนนเส้นหนึ่ง เธอก็พบว่ามียานยนต์จำนวนมากบีบแตรใส่เธอ จากเหตุการณ์ข้างต้นคุณคิดว่าเพราะอะไรถึงเป็นเช่นนั้น
9. ชยากรกำลังขับรถออกไปทำงาน ทันใดนั้นโทรศัพท์ของเขาดังขึ้นเพราะมีคนโทรเข้ามา ชยากรควรจะทำอย่างไร
10. ศตวรรษกำลังขับรถไปยังบ้านเพื่อน ซึ่งอยู่อีกฝั่งของถนน แต่เนื่องจากเขาไม่มีความชำนาญเส้นทาง จึงกลับรถผิดเส้นทางและทำให้หลงทาง จากเหตุการณ์ข้างต้นศตวรรษควรจะทำอย่างไรต่อไป
11. เกริกขับรถกลับจากงานเลี้ยงด้วยความมึนเมา เขาขับรถไปได้สักครู่หนึ่งก็พบกับด่านตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ และเขาโดนตำรวจเรียกตรวจ จากเหตุการณ์ข้างต้นเกริกควรจะทำอย่างไรต่อไป
12. สมปองและสมชายขี่รถจักรยานยนต์มาด้วยกันและกำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว มีรถจักรยานยนต์คันด้านข้างมองพวกเขาด้วยสายตาเขม่น สมปองและสมชายจึงมองกลับไปด้วยสายตาเขม่นเช่นกัน จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับพวกเขา
13. ขณะที่มียานยนต์กำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว มียานยนต์หลายคันกำลังเดินข้ามถนนโดยใช้ทางม้าลาย แต่ทันใดนั้นสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีเขียว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับพวกเขา

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการประเมินความเหมาะสม จำนวน 30 เรื่อง (ต่อ)

14. สรยุทธและพิชญ์กำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว เขาพูดคุยกันในรถจนสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีเขียว ได้สักระยะหนึ่ง จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับพวกเขาทั้งสอง
15. ในคืนหนึ่งปริญขับรถมาด้วยความเร็ว แต่เขาไม่รู้ว่าอีกสิบเมตรข้างหน้าเป็นหน้าผา จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับปริญ
16. เจมส์ขับรถมาด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เขาพยายามที่จะขับแซงรถสิบล้อที่อยู่ข้างหน้า ตรงบริเวณทางโค้ง และในขณะที่เดียวกันก็มีรถขับสวนทางมาด้วยความเร็ว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับเจมส์
17. นนทียาขับรถจักรยานยนต์มาด้วยความเร็ว ทำให้เธอไม่ทันสังเกตเห็นหลุมขนาดใหญ่ที่อยู่ข้างหน้า เธอจึงรีบหักหลบหลุมดังกล่าว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับนนทียา
18. อลิสาทำงานจนเลิกเวลาเลิกงานมาหลายชั่วโมงแล้ว จึงส่งผลให้เธอขับรถกลับบ้านด้วยความเหนื่อยล้าและเธอก็ผลอหลับไป จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับอลิสา
19. เจมส์กำลังขับรถไปหาเพื่อน แต่เขาจำเส้นทางที่ไปยังบ้านเพื่อนของเขาไม่ได้ เขาจึงตัดสินใจเลี้ยวรถอย่างกะทันหัน โดยไม่ได้เปิดสัญญาณไฟเลี้ยวและไม่ได้สังเกตรถที่ขับตามมา จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับเจมส์
20. สมศักดิ์และสมศรีขับรถจักรยานยนต์มาด้วยกัน ทันใดนั้นมีสุนัขวิ่งตัดหน้ารถของพวกเขา สมศรีซึ่งเป็นคนนั่งซ้อนท้ายตกใจและกระโดดลงจากรถจักรยานยนต์ทันทีในขณะที่รถกำลังเคลื่อนที่ จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับสมศรี
21. สมพรกำลังถอยรถเพื่อเข้าจอดตามช่องจอดรถ ขณะเดียวกันมีรถอีกคันที่ต้องการจะจอดรถที่ติดอยู่กับเขา แต่ไม่ทันสังเกตว่าสมพรกำลังถอยรถเข้าช่อง จะเกิดอะไรขึ้นกับรถทั้งสองคัน
22. สมศักดิ์กำลังหาที่จอดรถเพื่อทำธุระข้างทาง แต่บริเวณที่เขาต้องการจอดมีรถจอดทั้งข้างหน้าและข้างหลัง เขาจึงขับรถถอยหลังเพื่อจอด แต่ในขณะที่เดียวกันมีรถอีกคันที่ต้องการจะจอดรถที่ติดอยู่กับเขา ซึ่งรถคันดังกล่าวไม่ทราบว่ามีรถจอดบริเวณดังกล่าว จะเกิดอะไรขึ้นระหว่างรถทั้งสองคัน
23. ในคืนที่ฝนตกหนัก สมพงศ์กำลังขับรถจักรยานยนต์ด้วยความเร็วเพื่อกลับบ้าน จะเกิดอะไรขึ้นระหว่างทาง
24. อลิสากำลังขับรถลงจากเขาซึ่งมีความชันมาก และเธอไม่สามารถควบคุมรถได้ คุณคิดว่าเป็นเพราะสาเหตุอะไร
25. ในขณะที่เทริกกำลังขับรถจักรยานยนต์ เขาไม่ทันสังเกตเห็นตะปูบนพื้นและเขาขับรถเหยียบมัน เขาควรทำอย่างไรต่อไป
26. สมศรีขับรถจักรยานยนต์ไม่สวมหมวกนิรภัย เธอขับไปสักครู่หนึ่งก็พบกับด่านตรวจ เธอจะอย่างไรต่อไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการประเมินความเหมาะสม จำนวน 30 เรื่อง (ต่อ)

27. ชยากรขับรถเพื่อไปท่องเที่ยวต่างเมือง ระหว่างทางมีด่านตรวจความเรียบร้อย ตำรวจจึงเรียกตรวจใบขับขี่ แต่เขาลืมพกใบขับขี่ จะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับชยากร
28. ถนนแยกหนึ่งมีอุโมงค์เพื่อให้รถสามารถเคลื่อนที่ได้หลายเส้นทาง ศตวรรษได้ซื้อรถจักรยานยนต์ลอดอุโมงค์เช่นกัน แต่การลอดอุโมงค์นั้นใช้ได้เฉพาะรถยนต์เท่านั้น จะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับศตวรรษ
29. ในขณะที่สมปองกำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว เขาได้ยินเสียงรถพยาบาลขอเส้นทางมาจากข้างหลังรถของเขา เขาควรจะทำอย่างไรต่อไป
30. ในขณะที่เจมส์กำลังขับรถ รถของหน่วยกู้ภัยขับอยู่ข้างหลังของรถเขา เจมส์ควรทำอย่างไร

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วย 1) ดร. ณัฐพงศ์ ทองเทพ อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ในการตรวจสอบความถูกต้องของการใช้คำในเนื้อหา 2) นางวลัยศรี ศรีระษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอนุบาลสงขลา 3) นางสาวชุตติกาญจน์ สะตะพันธ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอนุบาลสงขลา และ 4) นางอิสราภาพ คชนทองสุวรรณ นักบริหารการศึกษา สำนักงานการศึกษา เทศบาลนครสงขลา ในการตรวจสอบและประเมินผลแบบประเมินความเหมาะสมของสถานการณ์ที่ใช้เพื่อสร้างเป็นเนื้อหาภายในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมาณ และยังได้กรุณาให้คำแนะนำในการนำเนื้อหาไปปรับปรุงให้เหมาะสมเพื่อนำไปปรับใช้ในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

APPENDIX C

1. ชนวาและเพื่อน ๆ กำลังเตะฟุตบอลในสวนสาธารณะ ทันใดนั้นชนวาเตะฟุตบอลลอยออกไปนอกสวนสาธารณะ ลูกบอลจึงกระดอนไปอยู่กลางถนน จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นกับฟุตบอลลูกนั้น

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	ฟุตบอลโดนรถเหยียบ	21	4
B	ฟุตบอลทำให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน	6	8
C	ฟุตบอลเข้าไปติดบริเวณช่วงล่างของรถ	2	1
D	ฟุตบอลถูกรถชนกระเด็นออกไปข้างทาง	2	5
รวม	-	31	18

2. สมพรขับรถด้วยความเร็วเพื่อไปงานเลี้ยงให้ทันเวลา เขาพบว่าข้างหน้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจึงส่งผลให้การจราจรติดขัด จากเหตุการณ์ข้างต้นสมพรควรจะทำอย่างไรต่อไป

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	สมพรควรรองนกว่ารถจะสามารถเคลื่อนที่ได้ตามปกติ	10	1
B	สมพรควรเปลี่ยนเส้นทางไปใช้เส้นทางอื่น	10	11
C	สมพรควรโทรศัพท์ไปบอกเพื่อนที่งานเลี้ยงให้ทราบถึงสาเหตุที่ไปร่วมงานเลี้ยงไม่ทันเวลา	5	4
D	สมพรควรชะลอความเร็วรถ	4	2
E	สมพรควรลงไปช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุ	1	-
F	สมพรควรโทรเรียกรถพยาบาล	1	-
รวม	-	31	18

3. สมพงษ์กำลังขับรถออกไปทำธุระนอกบ้าน และเขาพบว่าสภาพอากาศข้างนอกมีสถานะที่เลวร้ายเนื่องจากฝนตก และยังไปกว่านั้นเขาพบว่ารถของเขาน้ำมันหมดระหว่างทาง จากเหตุการณ์ข้างต้นสมพงษ์ควรจะทำอย่างไรต่อไป

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	สมพงษ์ควรโทรศัพท์ติดต่อเพื่อน หรือญาติ เพื่อขอความช่วยเหลือ	18	10
B	สมพงษ์ควรขอความช่วยเหลือจากผู้ที่สัญจรไปมา หรือ ผู้คนที่อยู่บริเวณใกล้เคียง	3	6
C	สมพงษ์ควรจอดรถบริเวณข้างทาง และไปซื้อน้ำมัน	2	1
D	สมพงษ์ควรจอดรถบริเวณข้างทาง และโทรหาศูนย์ซ่อมเพื่อนำรถไปซ่อม	2	1
E	สมพงษ์ควรนอนอยู่บ้าน	1	-
F	สมพงษ์ควรหลีกเลี่ยงเส้นทางดังกล่าว	1	-
G	สมพงษ์ควรเข็นรถไปจอดทิ้งไว้บริเวณข้างทาง	1	-
H	สมพงษ์ควรขับรถไปยังสถานีบริการน้ำมัน เพื่อเติมน้ำมันก่อนออกเดินทาง	1	-
I	หากสมพงษ์มีรถจักรยานยนต์ ควรเข็นรถเพื่อไปยังอู่ซ่อมรถที่อยู่บริเวณใกล้เคียง	1	-
J	สมพงษ์ควรจอดรถข้างข้าง และรอให้ฝนหยุด	1	-
รวม	-	31	18

4. สมศักดิ์กำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว แต่รถคันข้าง ๆ ของเขารีบขับออกไปโดยไม่รอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว ขณะเดียวกันมีรถจากฝั่งตรงกันข้ามขับสวนทางมาด้วยความเร็ว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไประหว่างรถทั้งสองคัน

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกิดอุบัติเหตุทำให้รถทั้งสองคันชนกัน	28	12
B	รถทั้งสองคันทำให้เกิดการจราจรติดขัด	1	1
C	รถทั้งสองคันหักหลบไปคนละทาง	1	1
D	รถทั้งสองคันชนกัน และทำให้ผู้โดยสารทั้งหมดได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต	1	4
รวม	-	31	18

5. สมชายกำลังเดินข้ามถนนที่มีรถสัญจรไปมาค่อนข้างน้อย แต่เขาเดินข้ามถนนทั้งที่สัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้ามถนนยังเป็นสีแดง จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นกับสมชาย

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกิดอุบัติเหตุทำให้สมชายโดนรถชน	22	9
B	สมชายข้ามไปยังถนนอีกฝั่งได้อย่างปลอดภัย	4	0
C	สมชายโดนรถชนเสียชีวิต	3	1
D	ไม่มีอะไรเกิดขึ้นกับสมชาย	1	8
E	สมชายโดนรถไฟชน	1	-
รวม	-	31	18

6. ชายสองคนกำลังขับรถอยู่บนท้องถนน เขาทั้งสองถูกมองด้วยสายตาที่มีความสงสัยจากรถด้านข้าง ทั้งสองคนจึงปรึกษากันถึงสาเหตุที่รถคันดังกล่าวมองมายังพวกเขา จากเหตุการณ์ข้างต้นพวกเขาจะอย่างไรต่อไป

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	พวกเขาตรวจสอบรถว่ามีสิ่งผิดปกติหรือไม่	8	14
B	พวกเขาไม่สนใจและขับรถต่อไปตามปกติ และพยายามหลีกเลี่ยงจากรถคันดังกล่าว	7	0
C	พวกเขาลงจากรถเพื่อถามรถด้านข้างถึงสาเหตุที่มองมายังรถของพวกเขา	5	0
D	พวกเขาไม่ต้องทำอะไร	4	4
E	ไม่เกิดอะไรขึ้นกับพวกเขา	1	-
F	พวกเขาไม่ควรขับรถกลางถนน	1	-
G	เกิดเหตุการณ์ทะเลาะวิวาทกับพวกเขา	1	-
H	พวกเขาคิดไปเองครับ	1	-
I	พวกเขาควรขับรถให้ถูกต้องตามกฎหมาย	1	-
J	พวกเขาควรแจ้งตำรวจ	1	-
K	พวกเขาอาจทำผิดกฎหมาย	1	-
รวม	-	31	18

7. สมศรีขับรถมาด้วยความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทันใดนั้น เธอพบว่าข้างหน้ามีสุนัขกำลังวิ่งข้ามถนน สมศรีจึงหยุดรถกะทันหัน จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับสมศรี

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกิดอุบัติเหตุทำให้รถของสมศรีพลิกคว่ำ	14	5
B	ทำให้รถข้างหลังชนรถของสมศรี	7	6
C	สมศรีขับรถหักหลบ และไปชนกับสิ่งกีดขวางข้างทาง	3	5
D	ทำให้สมศรีเกิดอาการตกใจ	3	2
E	สมศรีขับรถชนสุนัขตาย	2	-
F	สมศรีสามารถหยุดรถได้ทัน	2	-
รวม	-	31	18

8. อีฟขับรถไปในเส้นทางที่ไม่เคยไปมาก่อน และเมื่อเธอเลี้ยวรถเข้าไปยังถนนเส้นหนึ่ง เธอก็พบว่ามียอดจำนวนมากบีบแตรใส่เธอ จากเหตุการณ์ข้างต้นคุณคิดว่าเพราะอะไรถึงเป็นเช่นนั้น

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เพราะอีฟขับรถเข้าไปในเส้นทางที่เป็นการจราจรแบบสัญญาณทางเดียว (one-way)	11	13
B	เพราะอีฟขับรถผิดช่องทางการจราจร	7	3
C	เพราะอีฟไม่ชำนาญเส้นทาง	4	2
D	เพราะเป็นเส้นทางที่ไม่ให้รถผ่าน	3	0
F	อีฟขับรถช้า	1	-
G	ถนนเส้นนั้นอาจเป็นถนนส่วนบุคคล	1	-
H	มีตำรวจตั้งด่านตรวจ	1	-
I	การจราจรติดขัด	1	-
J	อีฟควรจอดรถ และพยายามหาวิธีแก้ไขและหาสาเหตุ	1	-
K	อีฟขับรถหนี	1	-
รวม	-	31	18

9. ชยากรกำลังขับรถออกไปทำงาน ทันใดนั้นโทรศัพท์ของเขาดังขึ้นเพราะมีคนโทรเข้ามา ชยากรควรจะทำอย่างไร

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	ชยากรควรจอดรถบริเวณข้างทางที่ปลอดภัยเพื่อรับโทรศัพท์ และจอดคุยจนเสร็จ	20	10
B	ชยากรไม่ควรรับโทรศัพท์	4	2
C	ชยากรควรรับสายโทรศัพท์ด้วยเอียร์โฟน หรือ สมอลทอล์ค หรือ เปิดสปีกเกอร์โฟน	3	6
D	ชยากรควรกวาดสายโทรศัพท์ และจอดรถบริเวณข้างทางที่ปลอดภัยเพื่อโทรกลับ	2	0
F	ชยากรรับโทรศัพท์ ในกรณีที่จอดรถสัญญาณไฟจราจร	1	-
G	ชยากรชะลอรถแล้วรับโทรศัพท์	1	-
รวม	-	31	18

10. ศตวรรษกำลังขับรถไปยังบ้านเพื่อน ซึ่งอยู่อีกฝั่งของถนน แต่เนื่องจากเขาไม่มีความชำนาญเส้นทาง จึงกลับรถผิดเส้นทางและทำให้หลงทาง จากเหตุการณ์ข้างต้นศตวรรษควรทำอย่างไรต่อไป

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	ศตวรรษควรโทรศัพท์ถามเส้นทางจากเพื่อน	11	5
B	ศตวรรษควรใช้ GPS ในการนำทางไปยังบ้านเพื่อน	8	7
C	ศตวรรษควรโทรศัพท์หาเพื่อน เพื่อให้มารับตรงบริเวณที่เขาอยู่	6	1
D	ศตวรรษควรหยุดรถ และสอบถามเส้นทางจากผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง	5	5
E	ศตวรรษกลับรถไปเส้นทางเดิม	1	-
รวม	-	31	18

11. เกริกขับรถกลับจากงานเลี้ยงด้วยความมึนเมา เขาขับรถไปได้สักครู่หนึ่งก็พบกับด่านตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ และเขาโดนตำรวจเรียกตรวจ จากเหตุการณ์ข้างต้นเกริกควรทำอย่างไรต่อไป

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกริกควรให้ตำรวจตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์	14	14
B	เกริกควรขอรับความผิดตามกฎหมาย	11	4
C	เกริกควรขอให้ตัวเองหายจากอาการมึนเมา	3	0
D	เกริกควรปิดบังความคิดของตัวเอง	1	0
E	เกริกโทรให้พ่อแม่มาหา	1	-
F	เกริกโทรให้เพื่อนซื้อข้าวซื้อน้ำมาเยี่ยม	1	-
รวม	-	31	18

12. สมปองและสมชายขี่รถจักรยานยนต์มาด้วยกันและกำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว มีรถจักรยานยนต์คันด้านข้างมองพวกเขาด้วยสายตาเขม่น สมปองและสมชายจึงมองกลับไปด้วยสายตาเขม่นเช่นกัน จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับพวกเขา

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกิดเหตุทะเลาะวิวาทกับพวกเขา	22	7
B	ไม่เกิดอะไรขึ้นกับพวกเขา	3	4
C	พวกเขาขับรถแข่งกันหลังจากสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีเขียว	2	7
D	สมปอง และ สมชาย ขี่รถหนีด้วยความเร็ว	2	0
E	ทำให้ทั้งสองฝ่ายรู้สึกไม่ดี	1	-
F	อาจเกิดอันตรายกับพวกเขา	1	-
รวม	-	31	18

13. ขณะที่มีการกำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว มีชายกับหลานกำลังเดินข้ามถนนโดยใช้ทางม้าลาย แต่ทันใดนั้นสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีเขียว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับพวกเขา

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกิดอุบัติเหตุรถชนกับพวกเขา	14	1
B	รถหยุดให้พวกเขาข้ามถนน	9	14
C	พวกเขาเดินข้าม ไปยังอีกฝั่งของถนนได้อย่างปลอดภัย	4	1
D	ไม่มีอะไรเกิดขึ้นกับพวกเขา	3	2
E	เขาทั้งสองคนถูกรถที่สัญจรไปมาบีบแตรไล่	1	-
รวม	-	31	18

14. สรยุทธและพิษณกำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว เขาพูดคุยกันในรถจนสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีเขียวได้สักระยะหนึ่ง จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับพวกเขาทั้งสอง

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	รถข้างหลังบีบแตรไล่พวกเขาทั้งสอง	25	16
B	พวกเขาทั้งสองขับรถต่อไปตามปกติ	2	2
C	รถข้างหลังชนรถของพวกเขาทั้งสอง	2	0
D	พวกเขาทั้งสองโดนรถข้างหลังตะโกนต่อว่า	1	0
E	พวกเขาทั้งสองหลับ	1	-
รวม	-	31	18

15. ในคืนหนึ่งปริญขับรถมาด้วยความเร็ว แต่เขาไม่รู้ว่ามีอีกสิบเมตรข้างหน้าเป็นหน้าผา จากเหตุการณ์ข้างต้น จะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับปริญ

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	ปริญขับรถตกหน้าผาเสียชีวิต	25	7
B	ปริญสังเกตเห็นหน้าผา และเหยียบเบรกได้ทันเวลา	3	4
C	เกิดอุบัติเหตุทำให้ปริญได้รับบาดเจ็บ	2	3
D	ทำให้ปริญเกิดอาการตกใจ	1	3
รวม	-	31	18

16. เจมส์ขับรถมาด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เขาพยายามที่จะขับแข่งรถสปีดล้อยู่ข้างหน้า ตรงบริเวณทางโค้ง และในขณะเดียวกันก็มีรถขับสวนทางมาด้วยความเร็ว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับเจมส์

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกิดอุบัติเหตุรถชนระหว่างเจมส์กับรถที่ขับสวนทางมา	26	14
B	เจมส์สามารถขับรถหักหลบรถได้ทัน	2	2
C	เจมส์เสียชีวิต เนื่องจากรถของเขาชนกับรถที่ขับสวนทางมา	2	0
D	ทำให้เจมส์เกิดอาการตกใจ	1	2
รวม	-	31	18

17. นนทียาขับรถจักรยานยนต์มาด้วยความเร็ว ทำให้เธอไม่ทันสังเกตเห็นหลุมขนาดใหญ่ที่อยู่ข้างหน้า เธอจึงรีบหักหลบหลุมดังกล่าว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับนนทียา

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	นนทียาเสียหลักทำให้ทั้งนนทียาและรถจักรยานยนต์ของเธอล้มลง	15	11
B	เกิดอุบัติเหตุกับนนทียา	8	1
C	นนทียาหักหลบไปชนสิ่งกีดขวางข้างทาง	3	3
D	นนทียาสามารถหักหลบหลุมได้ทัน	2	3
E	นนทียาขับรถแหกโค้งเสียชีวิต	1	-
F	นนทียาขับรถตกหลุม	1	-
G	นนทียาขับรถชนกับรถอีกฝั่งของถนน	1	-
รวม	-	31	18

18. อลิสาทำงานจนเลยเวลาเลิกงานมาหลายชั่วโมงแล้ว จึงส่งผลให้เธอขับรถกลับบ้านด้วยความเหนื่อยล้า และเธอก็เผลอหลับไป จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับอลิสา

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกิดอุบัติเหตุทำให้รถของอลิสาโดนชน	16	2
B	อลิสาหลับใน	9	12
C	รถของอลิสาเสียหลักเข้าข้างทาง	3	4
D	เกิดอุบัติเหตุ และทำให้อลิสาเสียชีวิต	2	0
E	หากอลิสา พักผ่อนเต็มที่จะได้หายเหนื่อยจากการทำงาน	1	-
รวม	-	31	18

19. เจมส์กำลังขับรถไปหาเพื่อน แต่เขาจำเส้นทางที่ไปยังบ้านเพื่อนของเขาไม่ได้ เขาจึงตัดสินใจเลี้ยวรถอย่างกะทันหัน โดยไม่ได้เปิดสัญญาณไฟเลี้ยวและไม่ได้สังเกตรถที่ขับตามมา จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับเจมส์

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	รถที่ขับตามมาชนกับรถของเจมส์	19	10
B	เกิดอุบัติเหตุกับเจมส์	7	3
C	เจมส์เสียชีวิต	2	0
D	เจมส์โดนรถที่ขับตามมาตะโกนต่อว่า	2	5
E	ไม่มีอะไรเกิดขึ้น เพราะเขาขับมาปกติ	1	-
รวม	-	31	18

20. สมศักดิ์และสมศรีขี่รถจักรยานยนต์มาด้วยกัน ทันใดนั้นมีสุนัขวิ่งตัดหน้ารถของพวกเขา สมศรีซึ่งเป็นคนนั่งซ้อนท้ายตกใจและกระโดดลงจากรถจักรยานยนต์ทันทีในขณะที่รถกำลังเคลื่อนที่ จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับสมศรี

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	สมศรีได้รับบาดเจ็บ	16	9
B	รถจักรยานยนต์ล้มและสมศรีก็วิ่งไปนอนอยู่บนพื้นถนน	7	7
C	สมศรีเสียการทรงตัว	3	1
D	สมศรีเสียชีวิต เนื่องจากโดนรถที่ขับตามมาชน	3	1
E	เกิดอุบัติเหตุทำให้สมศรี โดนรถชน	2	-
รวม	-	31	18

21. สมพรกำลังถอยรถเพื่อเข้าจอดตามช่องจอดรถ ขณะเดียวกันมีรถอีกคันที่ต้องการจะจอดรถที่เดียวกับเขา แต่ไม่ทันสังเกตว่าสมพรกำลังถอยรถเข้าช่อง จะเกิดอะไรขึ้นกับรถทั้งสองคัน

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	รถทั้งสองคันชนกัน	22	7
B	เกิดการแย่งที่จอดรถระหว่างรถทั้งสองคัน	3	9
C	เกิดอุบัติเหตุกับรถทั้งสองคัน	2	1
D	สมพรหาที่จอดรถใหม่	2	1
E	สมพรโดนรถอีกคันบีบแตรไล่	1	-
F	รถที่มาหลังต้องให้สมพรจอด เนื่องจากสมพรมาก่อน	1	-
รวม	-	31	18

22. สมศักดิ์กำลังหาที่จอดรถเพื่อทำธุระข้างทาง แต่บริเวณที่เขาต้องการจอดมีรถจอดทั้งข้างหน้าและข้างหลัง เขาจึงขับรถถอยหลังเพื่อจอด แต่ในขณะเดียวกันมีรถอีกคันที่ต้องการจะจอดรถที่เดียวกับเขา ซึ่งรถคันดังกล่าวไม่ทราบว่สมศักดิ์จะจอดรถบริเวณดังกล่าว จะเกิดอะไรขึ้นระหว่างรถทั้งสองคัน

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	รถทั้งสองคันชนกัน	17	2
B	เกิดการแย่งที่จอดรถระหว่างรถทั้งสองคัน	6	10
C	ไม่มีอะไรเกิดขึ้นระหว่างรถทั้งสองคัน	3	5
D	เกิดอุบัติเหตุกับรถทั้งสองคัน	2	1
E	อาจจะเกิดการต่อว่าด้วยวาจา	1	-
F	สมศักดิ์หาที่จอดรถใหม่	1	-
G	รถอีกคันหาที่จอดรถใหม่	1	-
รวม	-	31	18

23. ในคืนที่ฝนตกหนัก สมพงษ์กำลังขี่รถจักรยานยนต์ด้วยความเร็วเพื่อกลับบ้าน จะเกิดอะไรขึ้นระหว่างทาง

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกิดอุบัติเหตุกับสมพงษ์	11	3
B	สมพงษ์ล้มรถ เนื่องจากถนนลื่น	11	5
C	สมพงษ์เปียกฝน	5	8
D	รถเสียหลักเพราะถนนลื่นทำให้สมพงษ์เสียชีวิต	2	2
E	ไม่มีอะไรเกิดขึ้น	2	-
รวม	-	31	18

24. อลิสากำลังขับรถลงจากเขาซึ่งมีความชันมาก และเขาไม่สามารถควบคุมรถได้ คุณคิดว่าเป็นเพราะสาเหตุอะไร

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เพราะเบรกมีปัญหา	7	5
B	เพราะอลิสขับรถด้วยความเร็วสูง	5	3
C	เพราะอลิสไม่มีความชำนาญในการขับรถ	5	6
D	เพราะเขามีความชันทำให้อลิสไม่สามารถควบคุมรถได้	4	4
E	เพราะอลิสและรถของเขตกเขา	3	-
F	เพราะเกิดอุบัติเหตุกับอลิส	3	-
G	เพราะอลิสขาดสติ	1	-
H	ทำให้อลิสเสียชีวิต	1	-
I	ส่งผลให้อลิสเกิดอาการตกใจ	1	-
J	เพราะอลิสไม่มีความชำนาญเส้นทางดังกล่าว	1	-
รวม	-	31	18

25. ในขณะที่เทริกกำลังขี่รถจักรยานยนต์ เขาไม่ทันสังเกตเห็นตะปูบนพื้นและเขาขับรถเหยียบมัน เขาควรทำอย่างไรต่อไป

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เทริกควรชะลอรถเพื่อจอดข้างทาง และรีบโทรแจ้งช่างซ่อมรถ	9	4
B	เทริกควรรหาช่างซ่อมรถที่อยู่บริเวณใกล้เคียง เพื่อซ่อมรถของเขา	5	6
C	เทริกควรจอดรถข้างทางเพื่อตรวจสอบความเสียหายของรถ	4	7
D	เทริกควรเปลี่ยนยางอะไหล่รถ	4	1
E	รดยางรีว	3	-
F	เทริกควรรดึงตะปูออก	2	-
G	ปล่อยคันเร่งและค่อยๆแตะเบรกแล้วจับชนิดซ้าย	1	-
H	ถ้ายางไม่รีว ก็จับต่อไป	1	-
I	เทริกควรโทรหาเพื่อน	1	-
J	เทริกควรขับรถไปอยู่ซ่อมรถ	1	-
รวม	-	31	18

26. สมศรีซื้อรถจักรยานยนต์ไม่สวมหมวกนิรภัย เขาขี่ไปสักครูหนึ่งก็พบกับด่านตรวจ เขาจะอย่างไรต่อไป

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	สมศรีเสียเงินค่าปรับตามกฎหมาย	14	10
B	สมศรีขี่รถหนีทันที	5	4
C	สมศรียอมรับความผิดตามกฎหมาย	4	2
D	สมศรี โคนดำเนินคดีตามกฎหมาย	4	2
E	สมศรีจอดรถ และสวมหมวกนิรภัย	3	-
F	สมศรีพูดจาเพราะๆ กับตำรวจ	1	-
รวม	-	31	18

27. ชยากรขับรถเพื่อไปท่องเที่ยวต่างเมือง ระหว่างทางมีด่านตรวจความเรียบร้อย ตำรวจจึงเรียกตรวจใบขับขี่ แต่เขาลืมพกใบขับขี่ จะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับชยากร

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	ชยากรเสียเงินค่าปรับตามกฎหมาย	16	12
B	ชยากร โคนดำเนินคดีตามกฎหมาย	13	3
C	ชยากรใช้บัตรอื่น ๆ แทนใบขับขี่	1	0
D	ชยากร โคนตำรวจว่ากล่าวตักเตือน	1	3
รวม	-	31	18

28. ถนนแยกหนึ่งมีอุโมงค์เพื่อให้รถสามารถเคลื่อนที่ได้หลายเส้นทาง ศตวรรษได้ซื้อรถจักรยานยนต์ตลอดอุโมงค์เช่นกัน แต่การลอดอุโมงค์นั้นใช้ได้เฉพาะรถยนต์เท่านั้น จะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับศตวรรษ

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	เกิดอุบัติเหตุทำให้ศตวรรษโดนรถชน	14	0
B	ศตวรรษ โคนดำเนินคดีตามกฎหมาย	6	7
C	ไม่มีอะไรเกิดขึ้นกับศตวรรษ	6	9
D	เกิดอุบัติเหตุรถชน เพราะรถที่ลอดอุโมงค์ใช้ความเร็วสูง	2	2
E	ต้องระวังอย่างมากกะ	1	-
F	ส่งผลทำให้รถคันด้านหลังชนรถของศตวรรษ	1	-
G	ศตวรรษตื่นตื่น เพราะกลัวถูกดำเนินคดีตามกฎหมาย	1	-
รวม	-	31	18

29. ในขณะที่สมปองกำลังรถสัญญาณไฟจราจรสีเขียว เขาได้ยินเสียงรถพยาบาลขอเส้นทางมาจากข้างหลังรถของเขา เขาควรจะทำอย่างไรต่อไป

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	ควรขับรถเบี่ยงออกไปข้างทาง เพื่อให้รถพยาบาลขับผ่านไปก่อน	27	9
B	ควรขับรถเบี่ยงชิดซ้าย เพื่อให้รถพยาบาลขับผ่านไปก่อน	2	7
C	สมปองควรหยุดรถ และให้รถพยาบาลขับผ่านไปก่อน	1	1
D	สมปองยังคงจอดรถที่เดิม	1	1
รวม	-	31	18

30. ในขณะที่เจมส์กำลังขับรถ รถของหน่วยกู้ภัยขับอยู่ข้างหลังของรถเขา เจมส์ควรทำอย่างไร

ชนิดคำตอบ	คำตอบ	#1	#2
A	ควรขับรถเบี่ยงออกไปข้างทาง เพื่อให้รถกู้ภัยขับผ่านไปก่อน	26	7
B	ควรขับรถเบี่ยงชิดซ้าย เพื่อให้รถกู้ภัยขับผ่านไปก่อน	3	10
C	เจมส์ยังคงขับรถต่อไปตามปกติ	1	1
D	เจมส์ยังคงจอดรถที่เดิม	1	0
รวม	-	31	18

APPENDIX D

แบบประเมินความถูกต้องของสถานการณ์เพื่อประกอบการสร้างเนื้อหาภายในระบบการเรียนรู้ ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมาน

แบบประเมินความถูกต้องฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

วัตถุประสงค์ แบบประเมินฉบับนี้สร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการสร้างเป็นเนื้อหาภายในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเสริมทักษะการอนุมาน

คำชี้แจง แบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ตารางการประเมินความถูกต้องของเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการประเมินความถูกต้อง จำนวน 30 เรื่อง

ส่วนที่ 1 ตารางการประเมินความถูกต้องของเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง โปรดพิจารณาเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน จากส่วนที่ 2 (หน้า 4-6 ของแบบประเมิน) มีความถูกต้องหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความถูกต้อง” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

เกณฑ์สำหรับประเมิน

1. ความชัดเจน เข้าใจง่าย หมายถึง เนื้อหา ข้อมูล โครงเรื่อง และการใช้สำนวนในการเขียน มีความชัดเจน เข้าใจง่าย

หัวข้อการประเมิน	ระดับความถูกต้อง				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
ความชัดเจน เข้าใจง่าย					

2. รูปแบบเนื้อหา หมายถึง รูปแบบที่ระบุตัวละคร จาก เรื่องราว และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในสถานการณ์ ได้ชัดเจนและสามารถสื่อความหมายได้ดี เพื่อประกอบความเข้าใจในการการตีความ

หัวข้อการประเมิน	ระดับความถูกต้อง				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
รูปแบบเนื้อหา					

3. คุณค่าของเนื้อหา หมายถึง ความสำคัญ ความน่าเชื่อถือ และประโยชน์ของเนื้อหา ในการนำไปใช้ประกอบการสร้างเนื้อหาภายในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมาณ

หัวข้อการประเมิน	ระดับความถูกต้อง				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
คุณค่าของเนื้อหา					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการประเมิน
ความถูกต้อง จำนวน 30 เรื่อง

1. ธันวาคมและเพื่อน ๆ กำลังเตะฟุตบอลในสวนสาธารณะ ทันใดนั้นธันวาคมเตะฟุตบอลลอยออกไปนอกสวนสาธารณะ ฟุตบอลจึงกระดอนไปอยู่กลางถนน จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นกับฟุตบอลลูกนั้น
2. สมพรขับรถด้วยความเร็วเพื่อไปงานเลี้ยงให้ทันเวลา แต่เขาพบว่าข้างหน้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจึงส่งผลให้การจราจรติดขัด จากเหตุการณ์ข้างต้นสมพรควรจะทำอย่างไรต่อไป
3. สมพงษ์กำลังขับรถออกไปทำธุระนอกบ้าน และเขาพบว่าสภาพอากาศข้างนอกมีสภาวะที่เลวร้ายเนื่องจากฝนตก และยิ่งไปกว่านั้นเขาพบว่ารถของเขาน้ำมันหกระหว่างทาง จากเหตุการณ์ข้างต้นสมพงษ์ควรจะทำอย่างไรต่อไป
4. สมศักดิ์กำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว แต่รถคันข้าง ๆ ของเขารีบขับออกไปโดยไม่รอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว ขณะเดียวกันมีรถจากฝั่งตรงกันข้ามขับสวนทางมาด้วยความเร็ว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไประหว่างรถทั้งสองคัน
5. สมชายกำลังเดินข้ามถนนที่มีรถสัญจรไปมาก่อนข้างน้อย แต่เขาเดินข้ามถนนทั้งที่สัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้ามถนนยังคงเป็นสีแดง จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นกับสมชาย
6. ชายสองคนกำลังขับรถอยู่บนท้องถนน เขาทั้งสองสังเกตเห็นว่าถูกมองด้วยสายตาที่มีความสงสัยจากรถที่จอดอยู่ด้านข้าง ทั้งสองคนจึงปรึกษากันถึงสาเหตุที่รถคันดังกล่าวมองมายังพวกเขา จากเหตุการณ์ข้างต้นพวกเขาจะทำอย่างไรต่อไป
7. สมศรีขับรถมาด้วยความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทันใดนั้น เธอพบว่าข้างหน้ามีสุนัขกำลังวิ่งข้ามถนน สมศรีจึงหยุดรถกะทันหัน จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับสมศรี
8. อีฟขับรถไปในเส้นทางที่ไม่เคยไปมาก่อน และเมื่อเธอเลี้ยวรถเข้าไปยังถนนเส้นหนึ่ง เธอก็พบว่ามียานยนต์จำนวนมากบีบแตรใส่เธอ จากเหตุการณ์ข้างต้นคุณคิดว่าเพราะอะไรถึงเป็นเช่นนั้น
9. ชยากรกำลังขับรถออกไปทำงาน ทันใดนั้น โทรศัพท์ของเขาดังขึ้นเพราะมีคนโทรเข้ามา ชยากรควรจะทำอย่างไร
10. ศตวรรษกำลังขับรถไปยังบ้านเพื่อน ซึ่งอยู่อีกฝั่งของถนน แต่เนื่องจากเขาไม่มีความชำนาญเส้นทาง จึงกลับรถผิดเส้นทางและทำให้เขาหลงทาง จากเหตุการณ์ข้างต้นศตวรรษควรจะทำอย่างไรต่อไป
11. เกริกขับรถกลับจากงานเลี้ยงด้วยความมึนเมา เขาขับรถไปได้สักครู่หนึ่งก็พบกับด่านตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ และเขาโดนตำรวจเรียกตรวจ จากเหตุการณ์ข้างต้นเกริกควรจะทำอย่างไรต่อไป
12. สมปองและสมชายขี่รถจักรยานยนต์มาด้วยกันและกำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว มีรถจักรยานยนต์ด้านข้างมองพวกเขาด้วยสายตาเขม่น สมปองและสมชายจึงมองกลับไปด้วยสายตาเขม่นเช่นกัน จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับพวกเขา

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการประเมินความถูกต้อง จำนวน 30 เรื่อง (ต่อ)

13. ขณะที่มียอดกำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว มีขายกับหลานกำลังเดินข้ามถนนโดยใช้ทางม้าลาย แต่ทันใดนั้นสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีเขียว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับพวกเขา
14. สรุทและพิชณกำลังรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว เขาพูดคุยกันในรถจนสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีเขียวได้สักระยะหนึ่ง จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับพวกเขาทั้งสอง
15. ในคืนหนึ่งปรัชชัยขับรถมาด้วยความเร็ว แต่เขาไม่รู้ว่ามีอีกสิบเมตรข้างหน้าเป็นหน้าผา จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับปรัชชัย
16. เจมส์ขับรถมาด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เขาพยายามที่จะขับแซงรถสิบล้อที่อยู่ข้างหน้า ตรงบริเวณทางโค้ง และในขณะที่เดียวกันก็มีรถขับสวนมาด้วยความเร็ว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับเจมส์
17. นนทียาชั่งรถจักรยานยนต์มาด้วยความเร็ว ทำให้เธอไม่ทันสังเกตเห็นหลุมขนาดใหญ่ที่อยู่ข้างหน้า เธอจึงรีบหักหลบหลุมดังกล่าว จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับนนทียา
18. อลิสทำงานจนเลยเวลาเลิกงานมาหลายชั่วโมงแล้ว จึงส่งผลให้เธอขับรถกลับบ้านด้วยความเหนื่อยล้า และเธอก็เผลอหลับไป จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับอลิส
19. เจมส์กำลังขับรถไปหาเพื่อน แต่เขาจำเส้นทางที่ไปยังบ้านเพื่อนของเขาไม่ได้ เขาจึงตัดสินใจเลี้ยวรถอย่างกะทันหัน โดยไม่ได้เปิดสัญญาณไฟเลี้ยวและไม่ได้สังเกตรถที่ขับตามมา จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับเจมส์
20. สมศักดิ์และสมศรีขี่รถจักรยานยนต์มาด้วยกัน ทันใดนั้นมีสุนัขวิ่งตัดหน้ารถของพวกเขา สมศรีซึ่งเป็นคนนั่งซ้อนท้ายตกใจและกระโดดลงจากรถจักรยานยนต์ทันทีในขณะที่รถกำลังเคลื่อนที่ จากเหตุการณ์ข้างต้นจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับสมศรี
21. สมพรกำลังถอยรถเพื่อเข้าจอดตามช่องจอดรถ ขณะเดียวกันมีรถอีกคันที่ต้องการจะจอดที่เดียวกับเขา แต่ไม่ทันสังเกตว่าสมพรกำลังถอยรถเข้าช่อง จะเกิดอะไรขึ้นกับรถทั้งสองคัน
22. สมศักดิ์กำลังหาที่จอดรถเพื่อทำธุระข้างทาง แต่บริเวณที่เขาต้องการจอดมีรถจอดทั้งข้างหน้าและข้างหลัง เขาจึงขับรถถอยหลังเพื่อจอด แต่ในขณะที่เดียวกันมีรถอีกคันที่ต้องการจะจอดที่เดียวกับเขา ซึ่งรถคันดังกล่าวไม่ทราบว่าจะจอดบริเวณดังกล่าว จะเกิดอะไรขึ้นระหว่างรถทั้งสองคัน
23. ในคืนหนึ่งซึ่งมีฝนตกอย่างหนัก สมพงศ์กำลังขี่รถจักรยานยนต์เพื่อรีบกลับบ้าน จะเกิดอะไรขึ้นระหว่างทาง
24. อลิสกำลังขับรถลงจากเขาซึ่งมีความชันมาก และเขาไม่สามารถควบคุมรถได้ คุณคิดว่าเป็นเพราะสาเหตุอะไร
25. ในขณะที่เกริกกำลังขี่รถจักรยานยนต์ เขาไม่ทันสังเกตเห็นตะปูบนพื้นและเขาขับรถเหยียบมัน เขาควรทำอย่างไรต่อไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเรื่องราว หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน เพื่อประกอบการประเมินความถูกต้อง จำนวน 30 เรื่อง (ต่อ)

26. สมศรีขี่รถจักรยานยนต์ไม่สวมหมวกนิรภัย เขาขี่ไปสักครู่หนึ่งก็พบกับด่านตรวจ เขาจะอย่างไรต่อไป
27. ชยากรขับรถเพื่อไปท่องเที่ยวต่างเมือง ระหว่างทางมีด่านตรวจความเรียบร้อย ตำรวจจึงเรียกตรวจใบขับขี่ แต่เขาลืมพกใบขับขี่ จะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับชยากร
28. ถนนแยกหนึ่งมีอุโมงค์เพื่อให้รถสามารถเคลื่อนที่ได้หลายเส้นทาง ศตวรรษได้ขี่รถจักรยานยนต์ลอดอุโมงค์เช่นกัน แต่การลอดอุโมงค์นั้นใช้ได้เฉพาะรถยนต์เท่านั้น จะเกิดอะไรขึ้นต่อไปกับศตวรรษ
29. ในขณะที่สมปองกำลังรอสัญญาณไฟจราจรเป็นสีเขียว เขาได้ยินเสียงรถพยาบาลของเส้นทางมาจากข้างหลังรถของเขา เขาควรจะทำอย่างไรต่อไป
30. ในขณะที่เจมส์กำลังขับรถ รถของหน่วยกู้ภัยขับอยู่ข้างหลังของรถเขา เจมส์ควรทำอย่างไร

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะนักศึกษาปริญญาโท จำนวน 18 คน ในการตรวจสอบและประเมินผลแบบประเมินความถูกต้องของสถานการณ์เพื่อประกอบการสร้างเนื้อหาภายในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมานเพื่อนำไปปรับใช้ในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วย 1) นางสาวสุชาดา พงศ์พรหม 2) นางสาวทิวาทิพย์ ศรีรักษา 3) นางสาวกานต์ธิดา นานอน 4) นางสาวจรรวรงค์ มาน้อย 5) นายอนวัช เล่ห์ทองคำ 6) นายไครรัตน์ พัฒน์เอี่ยม 7) นางสาวธัญญรัตน์ กิจพาณิชย์ 8) นายสุไลหมาน สันเกาะ 9) นางสาวบัตตา ชัยสุตานนท์ 10) นายวาทีน ใจบุญ 11) นางสาวทิพย์อรุณ เขียวแก้ว 12) นายบูรฮาน หวังเหล็ม 13) นางสาวชุติมณฑน์ รักนะ 14) นางสาวแสงเดือน ชูทอง 15) นางสาวธนาภรณ์ ปานรัมย์ 16) นายกฤตภูมิ เพ็ชรประสิทธิ์ 17) นางสาววรรณรัตน์ แสงสุวรรณ และ 18) นางสาวคณพรณ์ ประสาทกิจ

APPENDIX E

Result of Pretest menu in experimental group								
Level		Learner (n=30)	Learner (%)	Min.	Max.	\bar{X}	SD.	Time(s).
Excellent	(17 - 20)	19	63.33					
Good	(13 - 16)	11	36.67					
Moderate	(9 - 12)	0	0.00	13	19	16.8 (Good)	1.66	52.4
Low	(5 - 8)	0	0.00					
Lowest	(1 - 4)	0	0.00					

Result of Posttest menu in experimental group								
Level		Learner (n=30)	Learner (%)	Min.	Max.	\bar{X}	SD.	Time(s).
Excellent	(17 - 20)	22	73.77					
Good	(13 - 16)	8	26.67					
Moderate	(9 - 12)	0	0.00	15	19	17.27 (Excellent)	1.26	35.3
Low	(5 - 8)	0	0.00					
Lowest	(1 - 4)	0	0.00					

Result of Pretest menu in control group								
Level		Learner (n=30)	Learner (%)	Min.	Max.	\bar{X}	SD.	Time(s).
Excellent	(17 - 20)	12	40					
Good	(13 - 16)	16	53.33					
Moderate	(9 - 12)	2	6.67	12	19	15.67 (Good)	2.14	51
Low	(5 - 8)	0	0.00					
Lowest	(1 - 4)	0	0.00					

APPENDIX F

แบบประเมินความพึงพอใจระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมาณ

แบบประเมินฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

ข้อมูลพื้นฐานของระบบ

1. ชื่อเว็บไซต์ 4 Panel Cartoons
2. ที่อยู่เว็บไซต์ www.masterict.te.psu.ac.th/apichaya/
3. ข้อมูลติดต่อ apichaya.kh@gmail.com
4. ประเภทของเว็บไซต์ เว็บไซต์ทางการศึกษา
5. วัตถุประสงค์ของเว็บไซต์ เว็บไซต์ 4 Panel Cartoons เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย “การพัฒนาระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมาณด้วยบทภาพ” ของนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต จัดทำขึ้นเพื่อ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะทางความคิด โดยเฉพาะทักษะการอนุมาณในการเลือกคำตอบที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสถานการณ์ที่ใช้เป็นเนื้อหาภายในเว็บไซต์เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง แบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

ส่วนที่ 2 ตารางการประเมินระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมาณ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

คำชี้แจง โปรดระบุข้อมูลส่วนตัวและทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

1. เพศ ชาย หญิง
2. อายุ.....ปี
3. สาขาที่เรียน.....
4. ชั้นปี.....

ส่วนที่ 2 ตารางการประเมินความพึงพอใจระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเสริมทักษะการอนุมาณ

คำชี้แจง ในฐานะที่ท่านเป็นผู้ใช้เว็บไซต์ 4 Panel Cartoons กรุณาประเมินตามความคิดเห็นของท่าน โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการจัดรูปแบบ					
1. เว็บไซต์มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมและมีความน่าสนใจ					
2. เว็บไซต์มีรูปแบบการจัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม					
3. เว็บไซต์มีรูปแบบการจัดปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน้าที่เหมาะสม					
4. เว็บไซต์มีรูปแบบการจัดลำดับ ขั้นตอนของเนื้อหาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย					
ด้านเนื้อหาบทเรียน					
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องและครอบคลุมวัตถุประสงค์					
2. เนื้อหาบทเรียนมีการแบ่งหัวข้อที่ถูกต้องเหมาะสม					
3. เนื้อหาบทเรียนมีการจัดเรียงลำดับขั้นตอน อย่างต่อเนื่อง เข้าใจง่าย					
4. เนื้อหาบทเรียนในแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กัน					
5. เนื้อหาบทเรียนมีความยาก ง่าย เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน					
6. ภาษาที่ใช้เหมาะสม ชัดเจน ถูกต้อง สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงสื่อการเรียนการสอน					
7. เนื้อหาบทเรียนมีประโยชน์ต่อการค้นคว้าเพิ่มเติมและให้ความรู้ทั่วไปในวงกว้าง					

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านการออกแบบ					
1.รูปแบบตัวอักษรที่ใช้อ่านง่าย เหมาะสมและกลมกลืน					
2. ภาพประกอบสื่อความหมายตรงวัตถุประสงค์ของเนื้อหาบทเรียน					
3. ใช้สีกลมกลืนในทุก ๆ หน้า และสามารถสื่อความหมายชัดเจน					
4. ใช้ปุ่ม และ ไอคอน ที่สื่อความหมายชัดเจนและวางในตำแหน่งที่เหมาะสม					
5. มีการจัดองค์ประกอบโดยรวมอย่างกลมกลืน มีเอกลักษณ์ที่ชัดเจน					
6. มีการเชื่อมโยงข้อมูลภายในที่เหมาะสม					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

VITAE

Name Miss Apichaya Khwankaew

Student ID 5830223008

Educational Attainment

Degree	Name of Institution	Year of Graduation
Bachelor of Science (Information Technology)	Prince of Songkla University	2015

List of Publication and Proceedings

Khwankaew, A. and Hashimoto, K. (2016). "Correlation of the question through a questionnaire survey using the inferential skills.", Proceeding of The Fifth Asian Conference on Information Systems, Aonang Villa Resort, Krabi, Thailand: 27 - 29 October, 2016.