การสร้างระบบเลียนแบบผู้สอนในการเรียนการสอนแบบสนทนาจากบันทึกการสอน

โดย

นายรัชพงศ์ ตันติภัณฑรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2553

การสร้างระบบเลียนแบบผู้สอนในการเรียนการสอนแบบสนทนาจากบันทึกการสอน

โดย

นายรัชพงศ์ ตันติภัณฑรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2553

Human Tutor Imitation in Tutorial Dialogue System by Teaching-Log

By

Mr. Ratchapong Tantipantarak

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science (Computer Science)

Department of Computer Science

Faculty of Science and Technology

Thammasat University

2010

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

นายรัชพงศ์ ตันติภัณฑรักษ์

เรื่อง

การสร้างระบบเลียนแบบผู้สอนในการเรียนการสอนแบบสนทนาจากบันทึกการสอน

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2553

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____

(ดร. เด่นดวง ประดับสุวรรณ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชฎา คงคะจันทร์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____

(ดร. กษิดิศ ชาญเชี่ยว)

คณบดี _____

(รองศาสตราจารย์ สายทอง อมรวิเชษฐ์)

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอการสร้างระบบเลียนแบบผู้สอนในการสอนแบบสนทนา(Tutorial Dialogue System) ในภาษาไทยจากบันทึกการสอน(Teaching Log) โดยใช้ข้อมูลบันทึกการสอนแบบสนทนาของผู้สอนคนเดียวกันมาดำเนินการเพื่อหาแบบจำลอง (Model) การตัดสินใจของผู้สอน โดยใช้การประมวลผลตัดคำด้วย Swath และจัดทำถุงคำแบบมีเงื่อนไข (Conditional-Bag of Word) เพื่อเป็นตัวแทนของข้อความสนทนาของผู้เรียน และใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง Naïve Bayes และ Decision Tree (C.45) ในการสร้างแบบจำลอง (Model) การตัดสินใจเลือกบทสนทนาของผู้สอน โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบโดยใช้ข้อมูลจากบันทึกการสอนด้านการถ่ายภาพ เรื่องการโฟกัส จำนวน 15 ครั้ง ซึ่งแบบจำลองการตัดสินใจเลือกบทสนทนาของผู้สอนที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถตัดสินใจเลือกบทสนทนาเหมือนผู้สอนจริงได้อย่างถูกต้อง 76%

Abstract

This thesis presents the methodology to develop human tutor imitation system by using “teaching-log” in Thai language. This approach applies the “Conditional-Bag of Word” to represent each student’s utterances. The tutor decision’s model is created by applying two Machine Learning techniques : Naïve Bayes and Decision Trees(C.45). The experimental results reveals the significant promise as correction rate is 76% with 10-folded cross validation evaluation.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ โดยได้รับความเมตตาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ ที่ได้มอบแนวคิดต้นฉบับอันมีคุณค่าสำหรับการทำการวิจัยค้นคว้า และด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชฎา คงคะจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่สละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำความรู้ ทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานวิจัย ตลอดจนการตรวจสอบความถูกต้องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ญาติพี่น้อง และครอบครัว ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกคนที่ช่วยเป็นกำลังใจ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จไปได้ด้วยดี

นายรัชพงศ์ ตันติภัณฑรักษ์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2553

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... (1)

กิตติกรรมประกาศ ..... (3)

สารบัญ ..... (4)

สารบัญตาราง ..... (7)

สารบัญภาพประกอบ ..... (8)

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย 4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์ 5

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7
2.1.1 ทฤษฎีเครื่องจักรเรียนรู้ (Machine Learning) 7
2.1.2 ระบบสอนเสริมอัจฉริยะ(ITS : Intelligent Tutoring System) 9
2.1.3 การตัดคำ (Word Segmentation) 10
2.1.4 การจัดกลุ่มเนื้อหา(Text Clustering) 11

2.1.5 การเรียนรู้ด้วยนาอีฟเบย์ (Naive Bayes) 13
2.1.6 การเรียนรู้ด้วยต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) 15

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

3. วิธีดำเนินงานวิจัย 23

3.1 ขอบเขตการทดลอง 23

3.2 ภาพรวมการทำงานและแนวคิดพื้นฐานของระบบ 24
3.2.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ 24
3.2.2 แนวคิดพื้นฐาน 25

3.3 เครื่องมือที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบ 39

3.4 ขั้นตอนการทดลอง 40
3.4.1 ขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลและเตรียมข้อมูล 40
3.4.2 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลประโยคของผู้สอนโดยการทำป้ายกำกับ (Taging) 42
3.4.3 ขั้นตอนการจัดสร้างถุงคำให้กับข้อมูลประโยคของผู้เรียน (Bag of Word) 43
3.4.4 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจเพื่อเลือกประโยคถัดไปของผู้สอน 46

3.5 การวัดผลการทดลอง 47
3.5.1 การวัดผลความถูกต้องของ Prediction Model 47
3.5.2 การวัดผลเชิงเปรียบเทียบ 48

4. ผลการวิจัย 49

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 49

4.2 การทดลอง 49

4.3 สรุปผลการทดลองและอภิปราย 51

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 54

5.1 การสรุปผลงานวิจัย 54

5.2 ข้อเสนอแนะ 56

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก

ตัวอย่างบันทึกการสอนและการทำป้ายกำกับ (Tagging) 60

ประวัติการศึกษา 63

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างการจัดกลุ่มของบทความ 12

2.2 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

3.1 Dialogue Mode และความหมาย 26

3.2 Class ของ Conditional-BoW 36

3.3 เครื่องมือที่ใช้สำหรับงานวิจัย 39

4.1 ผลการเก็บข้อมูลดิบ 49

4.2 ผลจากการกำหนดป้ายกำกับ 50

4.3 Class ที่ได้จากการทำป้ายกำกับ 50

4.3 ผลทดสอบเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง 51

4.4 ผลทดสอบเปรียบเทียบค่าความถูกต้องเมื่อเพิ่มจำนวน Log 53

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่ หน้า

2.1 การสร้างโมเดล Decision Tree 16
2.2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของ COMET 18
3.1 องค์ประกอบและภาพรวมของระบบ 25
3.2 ตัวอย่าง State บทสนทนาของการสอน 27
3.3 ปัจจัยการเลือกบทสนทนาของผู้สอน 28
3.4 รูปแบบทั่วไปของการสอนแบบสนทนาในเชิงถาม-ตอบ 29
3.5 ตัวอย่างการทำป้ายกำกับ(Tagging) กับข้อมูลบันทึกการสอน 32
3.6 การเลือกบทสนทนาของผู้เรียนจาก Dialogue Mode 34
3.7 การคัดเลือกคำสำคัญโดยใช้วิธี Ranking 35
3.8 ข้อมูลเพื่อการสร้าง Prediction Model 38
3.9 ระบบ Web Chat ที่ใช้เก็บข้อมูล 41
3.10 ตัวอย่างการ Normalize ข้อมูล 41
3.11 หัวข้อและ Dialogue Mode 42
3.12 Subject & Dialogue Mode Taging 43
3.13 การตัดคำประโยคของผู้เรียน 44
3.14 การเลือกคำสำคัญโดยใช้ Feedback จากผู้สอนเป็นเกณฑ์ 45
3.15 การจัดทำข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลการตัดสินใจ 47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานวิจัยทางด้านการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการสอนนั้นได้ถูกพัฒนา มาตามลำดับจากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) ในยุคเริ่มต้นซึ่งขาดความยืดหยุ่น เนื่องจากไม่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนในขณะทำการเรียนการสอนได้ จนมาถึงการใช้ศาสตร์ด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) มาประยุกต์ทำให้ระบบสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนได้อย่างชาญฉลาด และเกิดประสิทธิผลในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น และเนื่องจากระบบการสอนที่ประยุกต์ใช้ AI นี้ สามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาและรูปแบบการสอนได้ตามสถานการณ์คล้ายกับมนุษย์ จึงเรียกระบบนี้ว่า ระบบสอนเสริมอัจฉริยะ(Intelligent Tutoring System หรือ ITS) ซึ่งจนถึงปัจจุบันได้มีระบบ ITS ที่ถูกพัฒนาใช้ในการเรียนการสอนจริงและสามารถทำงานแทนครูผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้ระบบ ITS นั้นได้รับความนิยมและถูกผลักดันให้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง นับเป็นแขนงหนึ่งในด้านของการประยุกต์ใช้ AI ที่ถือได้ว่าประสบความสำเร็จ

การสร้างและพัฒนาระบบ ITS ในยุคเริ่มต้นนั้น มีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) มาประยุกต์ใช้ โดยตัว Expert System นั้นเป็นเหมือนเนื้อหาขอบข่ายความรู้ (Domain Knowledge หรือ Expert Model) ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับการถ่ายทอด อันมีเป้าหมายให้ผู้เรียนสามารถตอบปัญหาในเนื้อหาวิชาได้เช่นเดียวกับ Expert System ตามขอบเขตที่กำหนด ด้วยเหตุนี้ระบบ ITS จึงต้องมีส่วนที่ใช้ในการติดตามสถานะของผู้เรียน (Student Model) โดยนำไปเทียบกับ Expert Model เพื่อตรวจสอบติดตามสถานะของผู้เรียนในขณะนั้น เพื่อคัดเลือกส่วนของเนื้อหาการสอนที่ควรนำเสนอ และเลือกรูปแบบในการนำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ตามเป้าหมาย ซึ่งกระบวนการเลือกนี้คือกลยุทธ์การสอน (Teaching Strategy หรือ Tutor Module) ที่ต้องถูกจัดเตรียมไว้ก่อนโดยผู้พัฒนาระบบ และการจัดเตรียมกลยุทธ์การสอนต่างๆ นั้น ต้องใช้การวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนในเนื้อหาวิชานั้นโดยตรง หรือเก็บข้อมูลจากการสอนจริงเพื่อนำมาวิเคราะห์หากลยุทธ์การสอนในทุกขั้นตอน

การสร้างระบบ ITS ต่อเนื้อหาวิชาหนึ่งๆ นั้น จะต้องใช้ทรัพยากรทั้งทางด้านแรงงานและเวลาเป็นอันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันซึ่งกระบวนการสอนในระบบ ITS ได้ถูกพัฒนา

ให้มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เพราะมีการประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้อื่นๆ ที่ระบบ ITS แบบเดิมไม่สามารถรองรับได้ อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของระบบ ITS ในยุคเริ่มแรก ที่ใช้ ACT-Theory เป็นรูปแบบหลัก กล่าวคือระบบ ITS ในยุคเริ่มต้นนั้น มักให้ผู้เรียนตอบโจทย์คำถาม แล้วนำคำตอบของผู้เรียนไปเปรียบเทียบคำตอบกับ Expert System จากนั้นวิเคราะห์หาจุดที่ผู้เรียนยังเข้าใจไม่ถูกต้อง(MisConcept) จากนั้นจึงนำเสนอเนื้อหาความรู้ในส่วนนั้นตามกลยุทธ์การสอนที่ได้เตรียมไว้ ไปจนถึงเป้าหมาย คือสถานะของผู้เรียนเท่ากับ Expert Model หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าผู้เรียนสามารถตอบโจทย์คำถามด้วยคำตอบเดียวกับ Expert Model นั่นเอง

ในปัจจุบันซึ่งทฤษฎีการสร้างความรู้จากตัวผู้เรียนเองหรือทฤษฎีพุทธิปัญญานิยม (Constructivism Theory) ได้รับการยอมรับและนำมาประยุกต์ใช้กับระบบ ITS มากขึ้นเนื่องจากนักการศึกษาในปัจจุบันเชื่อว่า ความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นจากตัวผู้เรียนเองนั้น มีคุณภาพดีกว่าการที่ผู้เรียนได้รับความรู้จากการสอนแบบแสดงเนื้อหาให้โดยตรง ดังนั้นจากเดิมที่ระบบ ITS มีการรับอินพุตจากผู้เรียนอย่างจำกัด กล่าวคือให้ผู้เรียนตอบคำถามจากโจทย์ แล้วระบบจะแสดงเนื้อหาเฉพาะในส่วนที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจเท่านั้น จึงถูกปรับเปลี่ยนไปในทางที่ให้ผู้เรียนสามารถแสดงความรู้ได้อย่างเป็นอิสระมากขึ้น โดยแนวทางหนึ่งที่ได้รับความสนใจในกลุ่มผู้พัฒนาระบบ ITS ตามแนวคิดนี้ คือแนวทางการเรียนรู้ผ่านการสอนแบบสนทนา (Dialogue Based Tutoring System) เนื่องจากการสนทนาเป็นกระบวนการสื่อสารอันเป็นธรรมชาติ สามารถแสดงออกถึงความรู้และความเห็นได้อย่างชัดเจน รวมถึงผู้เรียนสามารถสร้างความรู้จากการแสดงออกของตนเองได้ตามทฤษฎีพุทธิปัญญานิยม ระบบ ITS ในแบบสนทนานี้ จึงเป็นระบบที่ผู้พัฒนาระบบ ITS ทั้งหลายในปัจจุบันมุ่งให้ความสนใจ

แต่การสร้างระบบ ITS แบบสนทนานั้น ต้องพบกับปัญหาที่ท้าทายกว่าระบบ ITS รูปแบบเดิม เนื่องจากการที่ตัวระบบต้องมีความสามารถในการประมวลผลข้อความหรือประโยคสนทนาของผู้เรียน เพื่อวิเคราะห์ให้ได้ถึงความหมายและจุดประสงค์ของผู้เรียน อีกทั้งต้องใช้ข้อมูลจากประโยคสนทนาของผู้เรียนมาวิเคราะห์สถานะของผู้เรียนและกำหนดกลยุทธ์ในการสอนไปพร้อมๆ กัน รวมไปถึงการจัดเตรียมประโยคของผู้สอนเพื่อใช้สนทนากับผู้เรียนให้กว้างขวางครอบคลุม เนื่องจากประโยคของผู้สอนนั้นมีทั้งส่วนของการแสดงเนื้อหา และการควบคุมการสอนอยู่ในตัว ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การพัฒนาระบบ ITS แบบสนทนาสำหรับเนื้อหาวิชาหนึ่งๆ นั้น ต้องใช้ความพยายามมากกว่าระบบ ITS ธรรมดา เพราะต้องมีการเตรียมการรองรับความหลากหลายของอินพุตจากผู้เรียนซึ่งมีความซับซ้อนหลากหลายดังกล่าวข้างต้น

ระบบ ITS แบบสนทนาที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีทั้งที่ถูกพัฒนามาจากระบบ ITS แบบเดิม และที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ แต่กระบวนการพัฒนามักจะผูกติดอยู่กับเนื้อหาวิชาตามที่ระบบนั้นถูกสร้างขึ้น หากต้องการสร้างระบบ ITS แบบสนทนาในเนื้อหาวิชาอื่น จะต้องทำตามกระบวนการในการพัฒนาระบบ ITS แบบสนทนาใหม่ทั้งหมด กล่าวคือ ต้องเก็บข้อมูลการสอนแบบสนทนาจากผู้สอนจริง แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างระบบรับรู้ความหมายประโยคของผู้เรียนในระหว่างการเรียนการสอน ซึ่งโดยมากจะใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing หรือ NLP) เข้ามาช่วย รวมไปถึงการจัดเตรียมประโยคโต้ตอบของผู้สอนตามสถานการณ์ต่างๆ เท่าที่เป็นไปได้ทั้งหมด และต้องมีกลไกในการแสดงประโยคของผู้สอนให้มีความสอดคล้องเหมาะสมในการสนทนา และนำพาการสนทนาไปสู่จุดมุ่งหมายในการสอนอย่างดีที่สุด กระบวนการต่างๆ เหล่านี้ ล้วนแล้วแต่ต้องใช้ทรัพยากรทั้งทางด้านบุคลากร เวลาและแรงงานเป็นอย่างมาก

ในงานวิจัยด้าน ITS รวมถึงระบบ ITS แบบสนทนาในปัจจุบัน จึงมีแนวโน้มในการหากระบวนวิธีต่างๆ เพื่อพัฒนาระบบ ITS ที่เป็นอิสระต่อเนื้อหาวิชาได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับมุมมองแนวคิดที่ผู้วิจัยแต่ละท่านจะมุ่งให้ความสนใจ เช่น บางงานวิจัยสนใจในการสร้างตรรกะองค์ความรู้โดยสมบูรณ์ (Ontology) ของเนื้อหาวิชา แต่บางงานวิจัยก็มุ่งเน้นไปที่การประมวลผลทางภาษา รวมถึงยังมีกลุ่มงานวิจัยที่นำเอาทฤษฎี Machine Learning มาช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแทนการสอน (Tutor Agent) ซึ่งเป็นตัวแทนของผู้สอนที่ทำการสนทนากับผู้เรียน แต่ยังไม่มีงานวิจัยทางด้านการสร้างระบบ ITS แบบสนทนางานใด ที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีทาง Machine Learning และ NLP มาใช้เพื่อสร้าง Tutor Agent โดยตรง ทั้งๆ ที่ทฤษฎี Machine Learning นั้นเป็นการเรียนรู้จากข้อมูลที่มีอยู่เพื่อหาความสัมพันธ์ของคุณลักษณะ(Features) ต่างๆ จากข้อมูลมาสรุปเป็นกฎ(Rules) ในการตัดสินใจได้โดยตรง ซึ่งสามารถนำมาใช้กับการเลือกประโยคโต้ตอบของผู้สอนในสถานการณ์ต่างๆ ได้ เพราะผู้สอนคนหนึ่งเมื่อสอนเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง ก็มักจะเลือกใช้บทสนทนาที่คล้ายกันในสถานการณ์เดียวกันเสมอ ดังนั้นถ้าเราเก็บข้อมูลการสอนของผู้สอนท่านหนึ่งในเนื้อหาวิชานั้นได้ด้วยจำนวนที่มากพอ แล้วเลือกใช้กระบวนการทาง Machine Learning และ NLP ที่เหมาะสม ก็จะสามารถนำมาสรุปเป็นกฎของการตัดสินใจเลือกใช้บทสนทนาตอบโต้ของผู้สอนท่านนั้นได้ และเรายังสามารถจำลองกฎที่ได้เพื่อสร้าง Tutor Agent ของระบบ ทำให้ Tutor Agent นั้นมีการตัดสินใจเลือกใช้บทสนทนาโต้ตอบได้ใกล้เคียงผู้สอนจริง ทั้งนี้บทสนทนาที่ผู้สอนใช้ในการพูดคุยระหว่างการสอนนั้น ย่อมมีทั้งการให้เนื้อหาและการควบคุมกลยุทธ์การสอนอยู่ภายในตัวบทสนทนานั้นเช่นกัน ดังนั้น ถ้าเราสามารถใช้กระบวนการทาง

Machine Learning เพื่อสร้าง Model การตัดสินใจเลือกบทสนทนาของ Tutor Agent ได้ใกล้เคียงผู้สอนจริง เราย่อมสามารถใช้กระบวนการเดียวกันนี้ในการสร้างและพัฒนาระบบ ITS แบบสนทนาในเนื้อหาวิชาอื่นๆ ได้ โดยส่งผลให้ใช้ทรัพยากรและเวลาลดลง เนื่องจากกระบวนการนี้สามารถลดขั้นตอนการออกแบบทั้ง Expert Model และ Teaching Strategy ไปในตัว โดยใช้ประโยชน์จากบทสนทนาในบันทึกการสอนจากการเรียนการสอนจริงมาเป็นตัวอย่างให้ระบบ แล้วนำมาดำเนินการผ่านกระบวนการทาง NLP และ Machine Learning ที่ดีที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ย่อมทำให้เราสามารถสร้าง Tutor Agent ที่จำลองการสอนของผู้สอนท่านนั้นได้อย่างมีรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้ขอเสนอแนวทางในการสร้างระบบ ITS แบบสนทนา โดยใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติร่วมกับทฤษฎี Machine Learning เพื่อประมวลผลข้อมูลจากบันทึกการสอน(Teaching Log) ที่มีอยู่ เพื่อหากฎเกณฑ์(Rules) และรูปแบบ(Pattern) ของการเลือกบทสนทนาและการโต้ตอบของผู้สอนจริง นำมาสร้างเป็นตัวแทนการสอน(Tutor Agent) ที่สามารถตัดสินใจเลือกใช้บทสนทนาโต้ตอบกับผู้เรียนได้ใกล้เคียงกับผู้สอนจริงมากที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เสนอโดยใช้กระบวนการทาง NLP คือการใช้ถุงคำแบบมีเงื่อนไข(Conditional-Bag of Word) ร่วมกับทฤษฎีเครื่องจักรเรียนรู้คือ นาอีฟ เบยส์(Naïve Bayes) และต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree) ในการสร้าง Model การเลือกบทสนทนาโต้ตอบของผู้สอน ผลที่ได้จากการทดลองปรากฏว่า Model ที่ได้สามารถเลือกบทสนทนาโต้ตอบได้อย่างถูกต้อง 76% อันเป็นตัวเลขที่สามารถคาดหวังได้ว่าการสร้างตัวแทนการสอน (Tutor Agent) ในระบบการสอนแบบสนทนา ตามกระบวนการที่เสนอนี้มีความเป็นไปได้ ซึ่งสามารถลดเวลาและทรัพยากรในการสร้างระบบต่อไปได้ในนอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 เพื่อเสนอวิธีการประยุกต์ทฤษฎี Machine Learning และ NLP ในการสร้างตัวแทนผู้สอน (Tutor agent) บนระบบ (ITS) แบบสนทนา

1.2.2 เพื่อนำเสนอรูปแบบของการวิเคราะห์ข้อมูลการตอบโต้ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และกระบวนวิธีการแบ่งกลุ่ม (Classification)

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจำลองระบบตัดสินใจของผู้สอนระหว่างการวิธีจำลองการตัดสินใจของผู้สอนด้วย Naïve Bayes และการจำลองการตัดสินใจของผู้สอนด้วย Decision Tree(C.45)

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 เนื้อหาวิชาที่ใช้สอนคือ เรื่องการโฟกัสของกล้อง

1.3.2 จำนวนผู้เรียนต่อครั้ง 2 คน

1.3.3 ผู้เรียน : ใช้โปรแกรม Chat ได้และเคยใช้กล้องมาบ้าง

1.3.4 ผู้สอน : ผู้มีความรู้ด้านการถ่ายภาพและระบบการโฟกัส

1.3.5 ภาษาที่ใช้ในการเรียนการสอนคือภาษาไทย

1.3.6 การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนและผู้สอนคือการสนทนาผ่านระบบ Web Chat

1.3.7 ผู้สอนโต้ตอบกับผู้เรียนได้ 2 ทางคือการสนทนาและการเลือกภาพขึ้นแสดง

1.3.8 ระบบนี้ยังไม่ครอบคลุมถึงการแก้ไขการใช้คำผิดด้านความหมาย,ไวยากรณ์และการสะกดคำ และการจำแนกผู้เรียน

1.3.9 ผู้สอนเป็นผู้ควบคุมการเรียนการสอน และใช้การสอนแบบสนทนาในเชิงถามตอบ ในการเรียนรู้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างระบบการสอนแบบสนทนาที่ลดขั้นตอนโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง และบันทึกการสอน

1.4.2 เพื่อเสนอการประยุกต์ใช้ถุงคำแบบมีเงื่อนไข ในการสร้างการแทนข้อมูลบทสนทนา เพื่อการรับรู้ความหมายได้ดียิ่งขึ้น

1.4.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้การเรียนรู้ของเครื่องกับข้อมูลการสนทนาระหว่างการใช้ Decision Tree และ Naïve Bayes

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย บทนำซึ่งเป็นบทที่ 1 จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย และผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย รวมทั้งงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ในบทที่ 3 เป็นการอธิบายวิธีการดำเนินงานวิจัย แนวคิดพื้นฐานและขั้นตอนการดำเนินงาน ส่วน

ของผลการทดลองและการประเมินจะอยู่ในบทที่ 4 และบทสุดท้ายคือ บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการวิจัยรวมทั้งรายละเอียดและข้อเสนอแนะ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learninig) เพื่อการสร้างระบบเลียนแบบผู้สอนในการเรียนการสอนแบบสนทนาจากบันทึกการสอนในภาษาไทย โดยมีจุดประสงค์เพื่อหารูปแบบหรือปัจจัยที่ส่งผลในการเลือกใช้บทสนทนาของผู้สอน ซึ่งต้องใช้ทฤษฎีพื้นฐานที่เกียวข้องในงานวิจัยดังนี้

2.1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

การศึกษาด้านการเรียนรู้ของเครื่อง (Mitchell, 1997) มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถพัฒนาความสามารถของตัวเองโดยอัตโนมัติจากตัวอย่างที่ผู้สอนป้อนให้ ตัวอย่าง เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถเรียนรู้เพื่อเล่นหมากรุก สามารถพัฒนาความสามารถในการเล่นซึ่งวัดจากเปอร์เซ็นในการชนะคู่แข่งขัน โดยใช้ตัวอย่างซึ่งได้จากการเล่นกับตัวเอง หรือการสร้างโปรแกรมที่สามารถรู้จำภาพตัวเขียนอักษรได้ ซึ่งวัดความสามารถในการรู้จำจากเปอร์เซ็นต์ของภาพตัวอักษรที่รู้จำได้ถูกต้อง โดยใช้ตัวอย่างเป็นภาพตัวอักษรซึ่งผู้สอนป้อนให้

ได้มีการนำวิธีการเรียนรู้ของเครื่องไปใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างโปรแกรมเพื่อใช้งานทั่วไป รวมทั้งมีการประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ เช่น การสร้างโปรแกรมประยุกต์เพื่อประโยชน์ในด้านธุรกิจการอนุมัติบัตรเครดิต การค้นพบความรู้จากฐานข้อมูล (Knowledge Discover from Database) การใช้งานทั่วไป เช่น การรู้จำเสียงพูด การรู้จำภาพ ฯลฯ ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้ซึ่งนำวิธีการเรียนรู้ของเครื่องไปใช้งานได้อย่างดี ได้แก่ การรู้จำเสียงพูด (Waibel, Hanazawa, Hinton, Shikano and Lang, 1989) การทำนายอัตราการฟื้นตัวของผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ การสืบหากรณีที่เจ้าของบัตรเครดิตชำระเงินไม่ตรงเวลา การบังคับรถโดยอัตโนมัติบนถนนหลวง (Pomerleau, 1989) หรือการสร้างกลยุทธ์ต่างๆ ในการเล่นเกม (Tesauro, 1992) ฯลฯ ในทางทฤษฎีก็เช่นกัน มีงานวิจัยจำนวนมากได้พัฒนาวิธีการเรียนรู้ของเครื่องให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างของการพัฒนาเหล่านี้ ได้แก่ การหาความสัมพันธ์

พื้นฐานของตัวอย่างที่ป้อนให้เพื่อทำการเรียนรู้ การหาจำนวนสมมติฐานที่เหมาะสมควรนำมาพิจารณา การคาดหมายความผิดพลาดของสมมติฐานต่างๆ การสร้างแบบจำลองของการเรียนรู้ของมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งการทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของการเรียนรู้ของมนุษย์และสัตว์กับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Chi and Bassock, 1989)
ตัวอย่างของการนำวิธีการเรียนรู้ของเครื่องไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

- การเรียนรู้เพื่อการรู้จำเสียงพูด มีการใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่องเป็นองค์ประกอบสำคัญ ส่งผลให้ระบบที่รู้จำเสียงพูดมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยนำวิธีการเรียนรู้ของเครื่องไปใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่นระบบ SPHINX (Lee, 1989) เรียนรู้เพื่อการรู้จำองค์ประกอบพื้นฐานของเสียงพูด (phonemes) และคำศัพท์ (words) จากสัญญาณเสียง รวมถึงการใช้นิวรอลเน็ตเวิร์กและจำลองฮิดเด็นมาร์คอฟ (Hidden Markov Model) (waibel, 1989) เพื่อรู้จำเสียงของผู้พูดแต่ละคน
- การเรียนรู้เพื่อบังคับพาหนะโดยอัตโนมัติ ใช้การเรียนรู้ของเครื่องเพื่อควบคุมรถยนต์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถควบคุมได้อย่างถูกต้องเมื่อขับเคลื่อนอยู่บนถนนหลายแบบ โดยเรียนรู้จากตัวอย่างที่ผู้สอนเป็นผู้ควบคุมรถ ดังตัวอย่างเช่น ระบบ ALVINN (Pomerleau, 1989) สามารถขับเคลื่อนรถยนต์ได้เองด้วยความเร็ว 70 ไมล์ต่อชั่วโมง เป็นระยะทาง 90 ไมล์ บนทางหลวง ร่วมกับรถยนต์คันอื่นซึ่งมีมนุษย์เป็นผู้บังคับ
- การเรียนรู้เพื่อจำแนกโครงสร้างใหม่ทางดาราศาสตร์ได้มีการนำวิธีการเรียนรู้ของเครื่องนำไปประยุกต์เพื่อค้นหาลักษณะพื้นฐานในระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา หรือ NASA ได้ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Learning Algorithm) เรียนรู้เพื่อจำแนกวัตถุที่อยู่บนท้องฟ้าจากภาพที่มีขนาดใหญ่มาก (Fayyad, Smyth, and Dijorgovski, 1995)
- การเรียนรู้เล่นเกมแบ็กแกมมอน (Backgammon) ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เล่นเกมซึ่งประสบความสำเร็จมากที่สุด ได้แก่ โปรแกรมเล่นเกมแบ็กแกมมอน ซึ่งใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่องเป็นแนวคิดพื้นฐาน ตัวอย่างโปรแกรมเหล่านี้ได้แก่ TD-GAMMON (Tesauro, 1992) เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถสูงมากในการเล่นเกมแบ็กแกมมอน สามารถหากลยุทธ์ในการเล่นโดยการฝึกเล่นกับตัวเองจนมีความสามารถเทียบเท่ากับมนุษย์ระดับแชมเปี้ยนโลก

2.1.2 **ระบบสอนเสริมอัจฉริยะ**(ITS : Intelligent Tutoring System)

ระบบสอนเสริมอัจฉริยะนั้นเป็นระบบที่พัฒนาต่อมาจากระบบการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Aided Instruction) โดยระบบ CAI เดิมนั้นมีความเป็นสถิต(Static)สูง ไม่มีกลไกในการปรับเปลี่ยนกลยุทธการสอนและเนื้อหาให้เหมาะสมตามสถานการณ์และผู้เรียนได้ จึงมีการพัฒนาให้ระบบ CAI นี้มีส่วนที่เป็นกลไกในการเรียนรู้ผู้เรียนและสถานการณ์ เพื่อปรับกลยุทธ์การสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนและสถานการณ์ อันนำไปสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนนั้นได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการเพิ่มส่วนที่มีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การสอนและเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนและสถานการณ์ได้นี่เอง จึงได้ชื่อว่าเป็นระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System)

Burns and Capps (1988) ได้แบ่งองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ นั่นคือ

1. Domain Expert Module

   เป็นส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาวิชาโดยตรง และความรู้นั้นได้ถูกแสดงแทน (Represent) อยู่ในระบบ เพื่อรอการดึงขยาย (extract) ไปนำเสนอแก่ผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ ตามการตัดสินใจของระบบ ซึ่งส่วนนี้อาจเป็น Expert System ที่มีการพัฒนามาแล้วนำมาใช้ในระบบ ITS ได้โดยตรง

2. Student Module

   ส่วนนี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งเป็น Student Model ได้ โดยเป็นส่วนที่คอยติดตามและแสดงสถานะของผู้เรียนในปัจจุบันแล้วแต่การออกแบบของแต่ละระบบการสอนว่าต้องการติดตามองค์ประกอบใดจากผู้เรียน เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการตัดสินใจใช้กลยุทธ์การสอนที่ถูกต้องต่อไป

3. Tutor Module

   เป็นส่วนของการจัดการด้านกลยุทธ์การสอนและการนำเสนอเนื้อหาให้เหมาะสมตามสถานการณ์และผู้เรียน โดยการตัดสินใจจาก Tutor Moudule นี้ได้รับข้อมูลมาจาก Student Model เป็นหลัก และมีจุดมุ่งหมายในการขยายความรู้ของ Student Model ให้ใกล้เคียงหรือเท่ากับ Expert Model มากที่สุด

ตัวอย่างของระบบการสอนแบบอัจฉริยะ

1. ระบบ GUIDON (Clancey 1983)

GUIDON ใช้ MYCIN expert system (Shortliffe 1976) ซึ่งเก็บความรู้ด้านการติดเชื้อของแบคทีเรีย เป็น Domain Expert Module โดยตรง และตัว GUIDON จะทำหน้าที่ในการถามปัญหาราวกับว่าผู้เรียนเป็น MYCIN และเปรียบเทียบคำตอบระหว่างผู้เรียนกับ MYCIN ว่ามีการตัดสินใจในแบบเดียวกันหรือไม่ โดยระบบจะไม่แทรกแซงผู้เรียนจนกว่าผู้เรียนจะขอให้ช่วย หรือคำตอบของผู้เรียนไม่ถูกต้องครบถ้วน

2. ระบบ LISP TUTOR (Anderson and Reiser 1985)

LISP TUTOR เป็น ITS ที่ใช้ในการสอนหลักการการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา LISP โดย Expert model ของ LISP TUTOR คือชุดของ production rules ที่ถูกต้องทั้งหมด และ Student model นั้นคือ subset ของชุด production rules ที่ถูกต้องรวมไปถึง production rules ที่มักจะผิดพลาดอยู่เสมอ (Holt et al 1991). โดย LISP TUTOR ใช้หลักการเรียนรู้โดยปฏิบัติ (Learning by Doing) ให้ผู้เรียนค้นพบการสร้าง production rules ที่ถูกต้องผ่านการเผชิญกับปัญหา โดยตัวระบบจะเป็นเพียงการแนะนำแนวทางแก้ปัญหาเท่านั้น

2.1.3 **การตัดคำ** (Word Segmentation)

การตัดคำ (Word Segmentation) เป็นการแบ่งข้อความที่เรียงต่อเนื่องกันออกมาเป็นหน่วยคำเพื่อหาขอบเขตแต่ละหน่วยคำ ซึ่งวิธีการตัดคำจะขึ้นอยู่กับลักษณะของภาษานั้นๆ สำหรับลักษณะของการเขียนภาษาไทยจะมีลักษณะการเขียนที่ต่อเนื่องกันไม่สามารถหาจุดจบหรือขอบเขตของคำได้ ซึ่งจะต่างจากลักษณะการเขียนภาษาอังกฤษที่มีการเว้นวรรคคำอย่างชัดเจนและสามารถหาจุดจบของคำได้ ดังนั้นจึงได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการตัดคำจำนวนมาก อาทิ เช่น วิธีการตัดคำแบบยาวที่สุด (Longest Matching) (วิรัช ศรเลิศล้ำวาณิช, 2536) วิธีการตัดคำแบบสอดคล้องมากที่สุด (Maximal Matching) (วิรัช ศรเลิศล้ำวาณิช,2536) วิธีการตัดคำแบบคำนวณเชิงสถิติเพื่อหาความเป็นไปได้ (Probabilistic Model) (Asanee Kawtraku,1995) วิธีการตัดคำแบบใช้คุณลักษณะ (Feature – Based Approach) (Meknavin, Charoenpornsawat,and Kijsirikul, 1997) เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะอธิบายถึง วิธีการตัดคำแบบยาวที่สุด (Longest Matching) เพื่อนำมาใช้สำหรับระบบถามตอบอัตโนมัติภาษาไทย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรมตัดคำSWATH (ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ, 2545) ซึ่งโปรแกรมตัดคำนี้จะใช้วิธีการตัดคำแบบยาวที่สุด (Longest Matching) สำหรับช่วยตัดคำในภาษาไทย ซึ่งการตัดคำโดยวิธีเทียบคำที่ยาวที่สุดจะอาศัยฐานข้อมูลพจนานุกรมสำหรับอ้างอิงเพื่อหาจุดจบของคำ โดยเริ่มจากตัวอักษรซ้ายสุดของข้อความนั้นไปยังตัวอักษรถัดไปจนกว่าจะพบคำที่มีอยู่ในพจนานุกรม หลังจากนั้นก็ค้นหาคำต่อไปจนกว่าจะจบข้อความ ในกรณีที่พบว่าในพจนานุกรมจากจุดเริ่มต้นเดียวกันเราจะเลือกคำที่ยาวที่สุด ตัวอย่างเช่น การแบ่งคำในประโยค “ฉันนั่งตากลมที่หน้าบ้าน” จะเริ่มจากตัวอักษร ฉ และคำแรกที่แบ่งได้คือ “ฉัน” หลังจากนั้น ก็ค้นหาตัวอักษรถัดไปและนำมาเปรียบเทียบคำในพจนานุกรม ก็จะแบ่งคำว่า “นั่ง” เป็นคำต่อไป ตัวอักษรถัดไปคือ ต จากตัวอักษรนี้ เราจะได้คำว่า “ตา” กับคำว่า “ตาก” แนวคิดนี้ให้เลือกคำที่ยาวที่สุดที่ค้นพบจึงเลือกว่า “ตาก” หลังจากนั้ก็จะค้นหาและเปรียบเทียบต่อไป ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ของการแบ่งคำออกมาเป็นดังนี้ “ฉัน นั่ง ตาก ลม ที่ หน้า บ้าน” แต่การตัดคำโดยใช้วิธีนี้ก็ยังพบข้อผิดพลาดของการที่เลือกคำที่ยาวที่สุดตั้งแต่แรก ส่งผลกระทบให้ตัดคำอื่นๆ ผิดพลาดไปด้วย เช่น “ไปหามเหสี” สามารถแบ่งคำได้เป็น “ ไป I หาม I เห I สี “ซึ่งในกรณีนี้คำว่า “หาม” จะมีความยาวของสายอักขระมากกว่า คำว่า “หา” จึงทีทำให้การตัดคำอื่นๆ ผิดพลาดไปด้วย (นัฐวุฒิ ไชยเจริญ, 2544)

2.1.4 **การจัดกลุ่มเนื้อหา**(Text Clustering)

การจัดกลุ่มเนื้อหาข้อความ(Text Clustering) เป็นการสร้างกลุ่มให้กับเนื้อหาข้อความในแต่ละหน่วยที่มากกว่าคำ เช่น ประโยค(sentence), ย่อหน้า(paragraph), ส่วนของเอกสาร (section), บทความ (article) เพื่อแบ่งประเภทและรวมกลุ่มหน่วยหาข้อความนั้นเป็นหมวดหมู่ เพื่อการจัดการกับเนื้อหาในแต่ละหมวดหมู่ได้อย่างถูกต้องต่อไป ซึ่งขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้

โดยทั่วไป การจัดกลุ่มเอกสารจะใช้การที่เอกสารแต่ละฉบับนั้นมีคำที่ใช้ร่วมกันมากหรือน้อยเท่าใด เพราะเราสามารถสังเกตได้ว่าเอกสารประเภทเดียวกันนั้น จะใช้คำที่คล้ายกันหรือมีคำที่เหมือนกันอยู่ในเอกสารในจำนวนที่สามารถแยกความแตกต่างได้ ดังตัวอย่างการจัดกลุ่มเอกสารดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

ตัวอย่างการจัดกลุ่มของบทความ

Doc	Planet	Galaxy	Nova	Film	Role	Hollywood	Diet	Habitat	Fur
A	2	1	1						
B	1	1	3						
C	2	1							
D	1	2	1						
E				1	1	1			
F				3		1			
G				1	5	2			
H				2	1	1			
I							2	3	2
J							1	1	3
K							4	1	
L							1	1	1
M	2	1	1	1	2				
N				2	1	1	1		1

จากภาพที่ 2.1 เราแยกเอกสารบทความได้เป็นบทความด้านอวกาศ บทความทางด้านภาพยนต์ และบทความด้านชีวิตสัตว์ โดยดูจากกลุ่มคำที่แตกต่างกันในแต่ละชนิดของบทความเช่น กลุ่ม ABCD นั้น เป็นบทความด้านอวกาศเนื่องจากมีคำว่า “Planet” , “Galaxy” , “Nova” อยู่ภายในเอกสารเดียวกันเป็นต้น

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้กระบวนการจัดกลุ่ม (Clustering Taxonomy)

1. แบบลำดับชั้น (Hierarchical) หรือ แบบกั้นแบ่ง (Partitional)

   แบบลำดับชั้นสามารถมีการแบ่งกั้นย่อยได้หลายระดับในขณะที่แบบกั้นแบ่งนั้น มีได้เพียง 1 ระดับเท่านั้น

2. แบบรวมเข้า (Agglomotive) หรือ แบบแบ่งออก (Divisive)

   แบบรวมเข้าเป็นการเริ่มต้นโดยจัดทุกหน่วยเป็นกลุ่มละ 1 หน่วยก่อน แล้วจึงรวมกลุ่มเหล่านั้นที่มีความคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันเพิ่มขึ้นเรื่อยจนครบตาม

เงื่อนไขที่ตั้งไว้ในการจัดกลุ่ม ส่วนในแบบแบ่งออกนั้นให้รวมทุกหน่วยเป็น 1 กลุ่ม ก่อนแล้วแยกกลุ่มเป็นกลุ่มย่อย จนครบตามเงื่อนไข

3. แบบใช้ Feature เดียว (Monothetic) และหลาย Feature ในการพิจารณา

แบบ Feature เดียวคือใช้องค์ประกอบ (Attribute) เดียวในการพิจารณาจัดกลุ่ม ส่วนแบบหลายองค์ประกอบคือ การใช้หลายองค์ประกอบ (Attribute) ในการพิจารณาจัดกลุ่ม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นแบบใช้หลาย Feature ในการพิจารณาจัดกลุ่ม

4. แบบ Hard หรือ แบบ Fuzzy

แบบ Hard จะเป็นการแบ่งอย่างชัดเจนว่าข้อมูลนั้นอยู่กลุ่มใด แต่แบบ Fuzzy นั้นจะใช้ค่า degree เพื่อบ่งบอกค่าความเข้ากับกลุ่มนั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใด

2.1.5 **การเรียนรู้ด้วยนาอีฟเบย์ (Naive Bayes)**

Naive Bayes (NB) คือโมเดลการจัดกลุ่มที่ใช้หลักความน่าจะเป็นซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ Bayes' Theorem และสมมติฐาน ที่กำหนดให้การเกิดของเหตุการณ์ต่างๆที่ใช้ในการจัดกลุ่มนั้นเป็นอิสระต่อ กัน (independence) ซึ่งการเรียนรู้จำแนกด้วยกระบวนการของ Naïve Bayes นี้ได้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในงานวิจัยด้าน Machine Learning เหตุที่ Naïve Bayes ได้รับความนิยมเนื่องจากมีการทำงานที่ไม่ซับซ้อน แต่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น งานวิจัยด้านการจำแนกเอกสาร (Text Categorization) ประเภทต่างๆ เป็นต้น

Bayes' Theorem

โดยกำหนดให้ P(H) ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ H และ P(H|E) คือความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ H เมื่อเกิดเหตุการณ์ E จากตัวแปรที่กำหนดและแนวคิดของ Bayes' Theorem นั้นเราสามารถทำนายเหตุการณ์ที่พิจารณาได้จากการเกิดของเหตุการณ์ต่างๆ ได้ดังสมการ

$$P(H|E) = [P(E|H)xP(H)]/P(E)$$

ตัวอย่าง เช่น การทำนายว่าฝนจะตกเมื่อมี เหตุการณ์มีเมฆดำ กำหนดให้ H คือเหตุการณ์ที่ฝนตก และ E คือเหตุการณ์มีเมฆดำ แล้วเราจะสามารถทำนายสภาพจราจรได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P(\text{ฝนตก} \mid \text{เมฆดำ}) = [P(\text{เมฆดำ} \mid \text{ฝนตก}) \times P(\text{ฝนตก})]/P(\text{เมฆดำ})$$

กำหนดให้

- P(เมฆดำ | ฝนตก) คือความน่าจะเป็นที่มีเมฆดำเมื่อฝนตก ซึ่งในกรณีนี้เราจะพิจารณาการเกิดเมฆดำเมื่อมีเหตุการณ์ฝนตกเท่านั้น
- P(ฝนตก) คือความน่าจะเป็นที่ฝนจะตก ความน่าจะเป็นนี้สามารถเก็บรวบรวมโดยใช้หลักการณ์ทางสถิติ เช่น การบันทึกวันที่มีฝนตกภายใน 1 ปี
- P(เมฆดำ) คือความน่าจะเป็นที่มีเมฆดำ เช่นเดียวกันความน่าจะเป็นนี้สามารถเก็บรวบรวมโดยใช้หลักการณ์ทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามการเกิดของเหตุการณ์ต่างๆที่ใช้ในการจัดกลุ่มซึ่งไม่ใช่ เหตุการณ์หลักที่เราพิจารณามักจะไม่ถูกบันทึกไว้ และในบางกรณีเหตุการณ์เหล่านี้ยากต่อการบันทึก เช่น P(เมฆดำ) เป็นต้น

จากตัวอย่างที่กล่าวมานั้นเราสามารถทำนายเหตุการณ์โดยสังเกตุการเกิดของเหตุการณ์บางอย่าง ซึ่งเหตุการณ์ที่นำมาใช้ในการทำนายนั้นต้องสอดคล้องกับเหตุการที่จะทำนาย เช่น ถ้าหากเราต้องการทำนายการตกของฝน เราก็จะไม่ใช้การเกิดแผ่นดินไหวมาพิจารณา เพราะการเกิดแผ่นดินไหวไม่ได้สอดคล้องกับการเกิดฝนตก

ในการจัดกลุ่ม Naive Bayes Model อาจมีการเกิดของเหตุการณ์ต่างๆที่ใช้ในการจัดกลุ่มมากกว่า 1 ชนิด และเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับ Bayes' Theorem จะทำให้เกิดการคำนวณที่ซับซ้อนเนื่องจากการขึ้นต่อกันของการเกิดของ เหตุการณ์ (dependence) ดังนั้น Naive Bayes Model นั้นจึงตั้งสมมติฐานให้แต่ละเหตุการณ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มนั้นเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งเป็นที่มาของคำว่า Naive

เมื่อพิจารณา Bayes' Theorem ที่กล่าวมาในตอนต้นแล้วนั้นเราจะสามารถแสดงการคำนวณการจัดกลุ่มของเหตุการณ์ ที่มีการเกิดของเหตุการณ์ต่างๆที่ใช้ในการจัดกลุ่มมากกว่า 1 ชนิด ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P(H|E1,E2,...,En) = [P(E1,E2,....,En|H) \times P(H)]/P(E1,E2,....,En)$$

เมื่อกำหนดให้เหตุการณ์ E1, E2,....,En คือเหตุการณ์ n เหตุการณ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่ม และจากสมมติฐานที่เรากำหนดให้แต่ละเหตุการณ์ต่างๆที่ใช้ในการจัดกลุ่มเป็น อิสระต่อกัน แล้วนั้น เราจะสามารถแสดงการคำนวณโดยใช้ Bayes' Theorem ได้ดังสมการต่อไปนี้

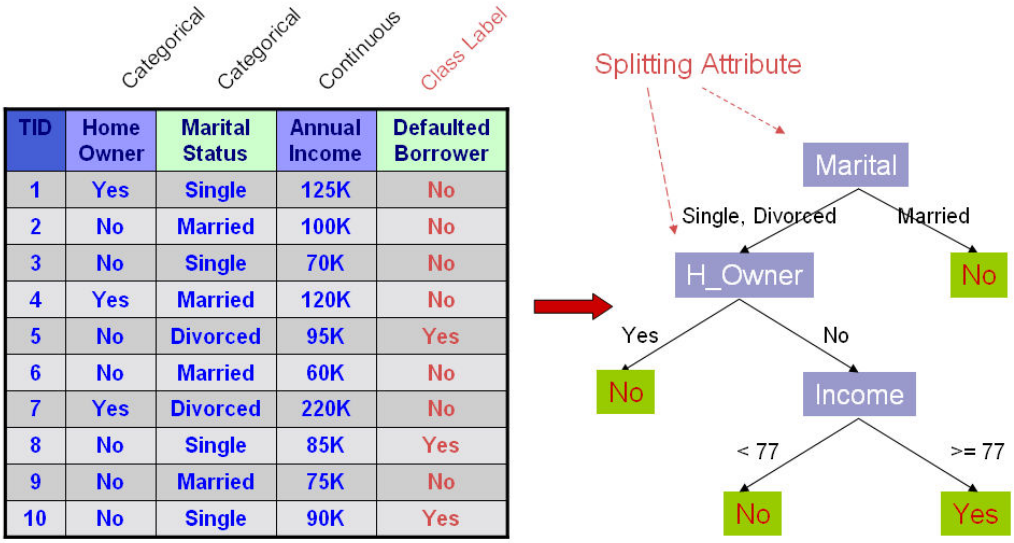
$$P(E1,E2,....,En|H) =$$
$$[P(E1|H) \times P(E2|H) \times .... \times P(En|H) \times P(H)]/P(E1,H) \times P(E2|H) \times .... \times P(En|H)$$

2.1.6 การเรียนรู้ด้วยต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

Decision Tree หรือต้นไม้ตัดสินใจ เป็นกระบวนการเรียนรู้จำแนกโดยการแบ่งแยกข้อมูลออกเป็นแขนงสาขา ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับการตัดสินใจจริงของมนุษย์และถูกแสดงเป็นภาพที่เข้าใจได้ง่าย และสามารถทำงานได้ดีกับข้อมูลที่มีความเกี่ยวพันของข้อมูลสูง และอาจมีหลายลำดับชั้น โดยมีอัลกอริทึ่มที่นิยมนำมาใช้ในการสร้าง Decision Tree อยู่หลายกระบวนการ เช่น Hunt's Algorithm, CART, ID3, C4.5 และ SLIQ เป็นต้น ซึ่งการสร้าง Decision Tree จากข้อมูลที่ต้องการทำการเรียนรู้จะต้องมีการกำหนด Attribute และการแบ่ง Node (Split) ของตัว Tree นั้น ซึ่งอาจเป็นไปตามข้อมูลที่ได้มา ดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1

การสร้างโมเดล Decision Tree



สำหรับสิ่งที่ต้องคำนึงในการสร้าง Decision Tree นั้นประกอบไปด้วยการระบุ Attribute และชนิดของ Attribute, การ Split และ Pruning , จำนวนทางเลือกแบบ Binary หรือ Multiway เป็นต้น ส่วนการเลือกค่าที่บ่งบอกว่า attribute สมควรนำมาใช้เป็นคุณลักษณะในการแบ่งหรือไม่นั้นจะใช้ค่า Gini Index ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

$$Gini(t) = 1 - \sum_{i=0} [p(i|t)]^2$$

และการคำนวณค่า Entropy หรือค่าความยุ่งเหยิงของข้อมูลนั้น มีสมการดังต่อไปนี้

$$Entropy(t) = 1 - \sum_{i=0} [p(i|t)] \log_2 p(i|t)$$

การเรียนรู้จำแนกในแบบ Decision Tree นั้น ถือได้ว่าถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลายปัญหาตั้งแต่ปัญหาพื้นฐานไปจนถึงปัญหาที่ซับซ้อน และแม้จะเป็นโมเดลที่ง่ายแต่ก็ได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นหนึ่งในโมเดลที่ถูกเลือกเป็นพื้นฐานในการทำงานกับข้อมูลที่มีความซับซ้อนสูง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

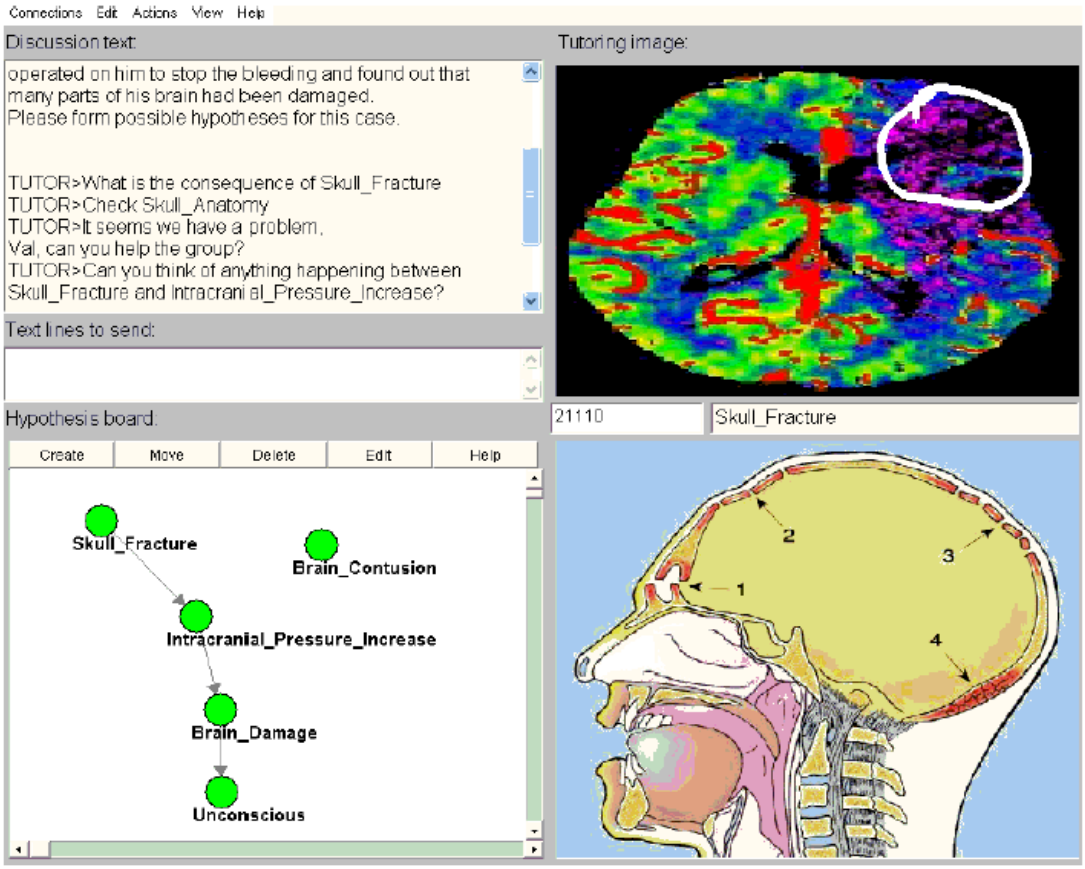
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการสอนแบบสนทนานั้นได้ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้ในแง่ของผู้พัฒนาทั่วไปจะเน้นไปที่การพัฒนา Authoring Tools หรือจัดทำ Cirriculum script โดยตรง เพื่อสร้างระบบการสอนแบบสนทนา และมุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจอินพุตที่หลากหลายของผู้เรียน สำหรับในส่วนของการประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่องกับข้อมูลการเรียนการสอนแบบสนทนานั้น ยังมีไม่มากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการพัฒนาระบบการสอนแบบสนทนาในภาษาไทย ในส่วนนี้จะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการสอนแบบสนทนา ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.2.1 COMET

งานของ Siriwan Suebnukarn, Peter Haddawy ซึ่งนำเสนอระบบ ITS ชื่อ COMET (A Collaborative Intelligent Tutoring System for Medical Problem-Based Learning) เพื่อการสอนในระบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือ สำหรับนักศึกษาแพทย์ ในหัวข้อการวิเคราะห์การบาดเจ็บของสมอง โดย COMET ใช้ Bayesian network ในการแทนตัว Knowledge Domain และเพื่อตรวจดู Student Model แต่ละคนด้วยว่าวิเคราะห์เหตุและผลของปัญหาได้ตาม Knowledge Domain หรือไม่ โดยการให้ผู้เรียนเสนอ Hypothesis path นำมาเทียบกับ Knowledge network ว่า Path นั้นมีความสมบูรณ์ หรือไม่สมบูรณ์อย่างไร Tutor agent ใน COMET ใช้ ประโยคสนทนาใน Discussion board ในการแทนตัวผู้สอนในการใช้กลยุทธ์การสอนต่างๆ โดย Tutor agent ซึ่งมีการจัดเตรียมไว้สำหรับสถานการณ์ต่างๆ 8 สถานการณ์ โดยระบบติดต่อกับผู้เรียนมี 4 ส่วนคือ Discussion board , Hypothesis board, Tutoring Image และ Medical Repository ดังภาพที่ 2.2 ซึ่งเป็น Interface ของระบบ COMET

ภาพที่ 2.2

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของ COMET



เมื่อเริ่มต้น ผู้เรียนจะได้รับปัญหาในการวิเคราะห์โดยทุกคนสามารถร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาผ่านทาง Discussion board และใช้ Tutoring Image ในการระบุถึงตำแหน่งต่างๆ ได้โดยการวาดลงไปในภาพ แต่ทั้ง 2 ส่วนนี้ถือเป็นส่วนอำนวยความสะดวกเท่านั้นไม่ถือเป็น input ของระบบ COMET จะรับ input ผ่านทาง hypothesis board เท่านั้น โดย hypothesis board โดยผู้เรียนใช้ Medical Repository ซึ่งมี label ของชื่ออวัยวะทั้งหมดของมนุษย์ ซึ่งผู้เรียนสามารถสร้าง Hypothesis path ได้ผ่านทางการใช้เมาส์ จับวางมาจากส่วนของ Medical Repository

งานวิจัยนี้ได้เก็บข้อมูลจากการสอนจริงในชั้นเรียน และจากการให้ข้อมูลในปัญหาของผู้สอนระหว่างการเรียนการสอนหัวข้อนี้รวมถึงวิธีแก้ไขสถานการณ์ และนำมาพัฒนาตัว Knowledge domain network และการแก้ไขสถานการณ์ไว้ 8 วิธี และใช้วิธีในการวัดผลคือเก็บข้อมูลว่าผู้สอนจริงส่วนใหญ่แก้ไขสถานการณ์อย่างไร และ Tutor agent ของ COMET ก็ได้แก้ไขสถานการณ์ด้วยวิธีเดียวกัน โดยการวัดค่าทางสถิติแล้วสรุปว่า โดยเฉลี่ยแล้ว COMET ใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมือนกับผู้สอนจริง 74.17%

COMET ใช้การเตรียมการที่มุ่งเน้นใน Domain การสอนด้านการสร้าง Hypothesis โดยตรงทำให้ไม่มีความเป็นสาธารณะ (general) มากพอ สำหรับการประยุกต์ใช้ในระบบการสอนวิชาอื่น กล่าวคือ COMET จะต้องใช้ Domain Knowledge แบบ Bayesian Network ซึ่งในหัวข้อการสอนในรูปแบบอื่นๆ นั้นอาจจะไม่เหมาะสมกับการสร้างเป็น Bayesian Network และการรับ input ของ COMET ก็มีลักษณะปิด รวมถึงการใช้ประโยคสนทนากับผู้เรียนก็เป็นลักษณะเพื่อรองรับการแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ เท่านั้น

2.2.2 CIRCSIM (CST)

CIRCSIM-Tutor หรือเรียกว่า CST เป็นระบบสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับสอนเรื่องกลไกการควบคุมความดันในหลอดเลือดสำหรับนักศึกษาแพทย์ปี 1 CST แตกต่างจากระบบ ITS อื่นๆ เนื่องจากใช้ภาษาธรรมชาติโต้ตอบในการดำเนินการสอน ไม่มีการใช้รูปภาพ, ตัวเลือก หรือภาพเคลื่อนไหวใดๆ โดยตัวผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดการสนทนา และจำลองเป็นการเรียนการสอนในรูปแบบ Socratic นั่นคือเครื่องจะเป็นผู้ตั้งคำถามให้ผู้เรียนโต้ตอบด้วยคำพูดได้อย่างอิสระเช่นเดียวกับระบบการสอนของมนุษย์

สำหรับเนื้อหาการสอนหรือ Domain knowledge นั้นจะเป็นเรื่องของความดันเลือดที่มีผลต่อตัวแปรของกลไกระบบเลือดทั้งหมด 7 ตัวแปร โดยมีจุดมุ่งหมายคือผู้เรียนควรจะสามารถสรุปถึงการเพิ่ม, ลด หรือคงที่ของตัวแปรกลไกทั้ง 7 ตัวแปรได้ในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนรู้ถึงกลไกความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมด ดังนั้นระบบ CST จะเริ่มต้นด้วยคำถามซึ่งระบุถึงสถานการณ์ที่กระทบต่อระบบความดันเลือด แล้วให้ผู้เรียนคาดเดาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อตัวแปรทั้ง 7 ตัวภายใต้สถานการณ์นั้น เมื่อระบบได้รับคำตอบจากผู้เรียนแล้วจะประเมินคำตอบนั้นเพื่อเลือกประโยคโต้ตอบที่เหมาะสม โดยใช้ประโยคที่ช่วยในการแก้ไขความรู้ที่ยังไม่สมบูรณ์ของผู้เรียนตามแผนการสอนที่กำหนดไว้

เมื่อระบบรับประโยคจากผู้เรียนแล้ว จะทำการแบ่งประเภทของคำและไวยากรณ์ของคำ ตรวจสอบคำสะกดและใช้ไฟไนท์เสตท ทรานส์ดิวเซอร์ เพื่อรับรู้ความหมายของประโยคผู้เรียนและวิเคราะห์การพ้องกันของกรอบความคิด (ontology) จากนั้นจึงสรุปความหมายของประโยคนั้นโดยแยกตามประเภทที่กำหนดไว้ก่อนหน้า ซึ่งนำไปสู่การเลือกประโยคโต้ตอบที่เหมาะสมกับประโยคของผู้เรียน ซึ่งสามารถถือได้ว่าทั้งแผนการสอนและเนื้อหาการสอนนั้นถูกรวมไว้อยู่ในคลัง

ของประโยคที่เตรียมไว้ ซึ่งระบบอื่นๆ ก็มักจะใช้วิธีการในลักษณะนี้เช่นกัน แต่อาจจะแตกต่างกันในแง่ของกระบวนการประมวลผลและตีความอินพุตจากผู้เรียน

2.2.3 AUTOTUTOR

Autotutor เป็นระบบ ITS แบบสนทนาที่สอนเนื้อหาเกี่ยวกับ พื้นฐานคอมพิวเตอร์และฟิสิกส์แบบนิวโตเนี่ยน ซึ่งหมายความว่าระบบ Autotutor นี้สามารถนำไปใช้กับเนื้อหาวิชาอื่นๆ ได้อีก โดย Autotutor จะเริ่มต้นการสอนโดยตั้งคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามแบบเปิด และให้ผู้เรียนตอบในเชิงอธิบาย (explanation based) จากนั้น Autotutor จะนำคำตอบมาประเมินจากคำตอบในอุดมคติ เพื่อตรวจสอบส่วนที่ยังขาดหาย หรือเข้าใจผิดของผู้เรียน และใช้การสนทนาโต้ตอบหลายวิถีทาง (เช่นการ feedback และ hint หรือถามนำสู่คำที่ต้องการ เป็นต้น) เพื่อโน้มน้าวให้ผู้เรียนสร้างคำตอบที่สมบูรณ์ตามอุดมคติ ซึ่งกระบวนการนี้ถูกเรียกว่า EMT (Expectation Misconception Tutoring)

ทั้งนี้ Autotutor ต่างจากระบบอื่นในส่วนของ Interface เนื่องจากมีตัวการ์ตูนรูปมนุษย์เป็นตัวแทนของการแสดงท่าทีและเสียงพูดเพื่อโต้ตอบกับผู้เรียนโดยตรงด้วย และการประมวลผลเพื่อประเมินคำตอบของผู้เรียนใช้ LSA (Latent Semantic Analysis) ในการสรุปความรู้จากคำตอบของผู้เรียน โดยใช้การเปรียบเทียบกับบทความหรือหนังสือของผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชานั้นเป็น Corpus ซึ่งกระบวนการ LSA จะให้คะแนนความใกล้เคียงของเนื้อหากลุ่มข้อความได้เป็นอย่างดี ดังนั้น LSA จึงเหมาะสมในการใช้กับการโต้ตอบสนทนาด้วยประโยคที่ยาว ซึ่งเหมาะกับเนื้อหาวิชาทั้งสองที่ Autotutor ใช้สอน โดยที่ตัวคำตอบแต่ละครั้งจะถูกเก็บไว้ เพื่อรวบรวมมาเทียบเคียงตามกระบวนการ LSA ว่าผู้เรียนนั้นใช้คำที่ได้แสดงความรู้ครบตามคำตอบที่ต้องการหรือไม่ นับตั้งแต่เริ่มทำการสอน

2.2.4 ATLAS-ANDES TUTOR

เป็นระบบ ITS แบบสนทนาที่สอนเนื้อหาด้าน Physic แบบนิวโตเนี่ยนเหมือนกับ Autotutor แต่ไม่ได้ใช้วิธี LSA ในการพิจารณาประโยคของผู้เรียน แต่ใช้ model ที่พัฒนาขึ้นใหม่ชื่อว่า Atlas Planning Engine หรือ APE เพื่อใช้ในการควบคุมการโต้ตอบสนทนาทั้งหมดของระบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความเป็นอิสระต่อกันทั้งในส่วนของเนื้อหาวิชาและการควบคุมการสนทนา เพื่อการสร้างระบบ ITS แบบสนทนาได้อย่างซับซ้อนยิ่งขึ้น สามารถเขียนสคริปต์ลำดับ

การสนทนาที่เป็นลำดับชั้นได้ (เช่นมีบทสนทนาย่อยเพื่อจุดประสงค์เฉพาะในระหว่างการสอนได้เป็นต้น) หรือสามารถเรียกว่าเป็นระบบวางแผนการสนทนาก็ได้ โดยยึดหลักการของ HTN (Hierarchical Task Network) หรือการกำหนดแขนงของงานออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้ ซึ่งตัว Andes Physics Tutor เองนั้นก็เป็นตัวอย่างของระบบ ITS แบบโต้ตอบสนทนาที่ใช้ APE เป็นกลไกสำคัญในการสร้างระบบ และใน CIRCSIM รุ่นหลังๆ ก็มีการใช้ APE ด้วยเช่นกัน

ระบบ ITS แบบสนทนาโดยทั่วไป โดยเฉพาะในรูปแบบของ CIRCSIM จะใช้ Finite-State-Machine(FSM) เป็นเครื่องมือในการรับรู้ ประโยคสนทนาจากผู้เรียน ซึ่งข้อจำกัดของ FSM คือการไม่รองรับโครงสร้างการสนทนาแบบลำดับชั้นได้ ซึ่ง APE จึงถูกพัฒนามาเพื่อลบข้อจำกัดดังกล่าว อีกทั้งเพื่อการจัดโครงสร้างแบบลำดับชั้นได้ของ APE นั้นยังช่วยในรองรับการเปลี่ยนแปลง Dialogue plan ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ในภายหลังอย่างเป็นอิสระ

ตารางที่ 2.2
เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้เขียน	นำเสนอ	ข้อดี	ข้อเสีย
Siriwan Suebnukarn, Peter Haddawy (2004)	ระบบ COMET ที่ใช้ Bayesian Network ในการแทน Domain Knowledge และใช้การสนทนาในการให้เนื้อหา โดยมีการเตรียมวิธีแก้ไขสถานการณ์การสอน 8 วิธี	- ครอบคลุมการสอนในเนื้อหาวิชา - มีกลยุทธ์ที่แน่นอนในการจัดการสถานการณ์ต่างๆ ระหว่างการสอน	- ไม่มีส่วนให้ผู้เรียนสนทนาโต้ตอบได้ - วิธีการไม่เป็นอิสระจากเนื้อหาวิชา
Woo, C.W., Evens, M.W., Freedman, R., Glass, M., Shim, L.S., Zhang, Y., Zhou, Y., Michael, J. (2006)	CIRCSIM Tutor ระบบการสอนแบบสนทนาในเชิงถาม-ตอบ ซึ่งใช้ FSM ในการวิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน แล้วจึงเลือกบทสนทนาโต้ตอบของผู้สอน ซึ่งมีลักษณะเป็น rule-base	- การใช้ FSM ทำให้รับรู้ถึงไวยากรณ์ และทำความเข้าใจกับคำตอบผู้เรียนได้อย่างแม่นยำ	- เหมาะสมเฉพาะการสอนเนื้อหาวิชาที่ผู้เรียนใช้บทสนทนาเป็นคำตอบสั้นๆ - ขาดความยืดหยุ่นและไม่เป็นอิสระต่อเนื้อหาวิชา

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)
เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้เขียน	นำเสนอ	ข้อดี	ข้อเสีย
Arthur C. Graesser, Patrick Chipman, Brian C. Haynes, and Andrew Olney (2005)	ระบบ AUTOTUTOR ซึ่งเป็นระบบการสอนแบบสนทนาในเชิงถาม-ตอบ โดยใช้ LSA ในการตรวจสอบความเข้าใจจากคำตอบของผู้เรียน และแก้ MisConception ของผู้เรียนตามกลยุทธ์	- มีความยืดหยุ่น และสามารถประเมินคำตอบของผู้เรียนได้ดี และหลากหลาย - เป็นอิสระต่อเนื้อหาวิชามากกว่าการใช้ FSM - รองรับการตั้งคำถามจากผู้เรียน	- ต้องอาศัย Corpus ของเนื้อหาวิชาเพื่อกระบวนการทาง LSA - LSA ไม่สามารถตรวจจับลำดับของคำได้ จึงมีโอกาสเข้าใจคำตอบของผู้เรียนได้ไม่ถูกต้อง
Pamela W. Jordan and Kurt VanLehn (2002)	ระบบ ATLAS ซึ่งใช้ NLU : CARMEL ในการตรวจสอบบทสนทนาของผู้เรียนทั้งในด้าน Syntax และ Semantic เพื่อ represent เป็นระดับ Meaning เพื่อให้ตัว Planner ของระบบเลือกบทสนทนาของผู้สอนได้สอดคล้องยิ่งขึ้น และยังมีกระบวนการรองรับการสนทนาแบบลำดับชั้น (Hierachy) ได้	- เพิ่มความสมบูรณ์ของระบบการสอนแบบสนทนา โดยรองรับการสนทนาแบบมีหัวข้อย่อยเป็นลำดับชั้นได้ - เพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความหมายของคำตอบผู้เรียนได้แม่นยำยิ่งขึ้น	- ต้องใช้ทรัพยากรในการพัฒนาระบบมาก เนื่องจากมีองค์ประกอบในระบบหลากหลาย - แม้จะรองรับความซับซ้อนของภาษาที่ดีขึ้น แต่ยังบทสนทนาบางรูปแบบที่ระบบไม่สามารถเข้าใจความหมายได้อย่างถูกต้อง

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เสนอการสร้างระบบเลียนแบบผู้สอนจากบันทึกการสอนในการเรียนการสอนแบบสนทนา (Dialogue Tutoring System) ในภาษาไทย โดยประยุกต์ใช้ถุงคำแบบมีเงื่อนไข (Conditional-Bag of Word) ในการแทนข้อมูลบทสนทนาของผู้เรียน และจัดกลุ่มข้อมูลบทสนทนาโดยการ Tag หัวข้อการสอนกำกับในแต่ละบทสนทนา จากนั้นจึงใช้ทฤษฎีทางการเรียนรู้ของเครื่อง 2 ทฤษฎี คือ นาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) และต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ในการเรียนรู้ข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองการตัดสินใจเลือกใช้บทสนทนาโต้ตอบของผู้สอน โดยมีอินพุต คือ บทสนทนาของผู้เรียนและบทสนทนาล่าสุดของผู้สอน และมีเอาต์พุตคือบทสนทนาต่อไปของผู้สอน จากนั้นทำการเปรียบเทียบความถูกต้องจาก Model ที่ได้ทั้งสองแบบเพื่ออภิปรายผล โดยในส่วนนี้จะกล่าวถึง ขอบเขตการทดลอง แนวคิดพื้นฐานและภาพรวมของระบบ เครื่องมือที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบ ขั้นตอนการทดลอง และวิธีวัดผลการทดลอง

3.1 ขอบเขตการทดลอง

การทดลองสำหรับงานวิจัยนี้ เก็บข้อมูลการสอนแบบสนทนาเป็นบันทึกการสอน โดยใช้การสอนแบบสนทนาผ่านระบบ Web Chat ในหัวข้อการสอนเรื่องการโฟกัสของกล้อง ซึ่งดำเนินการสอนโดยผู้สอนคนเดียวกันจำนวน 15 รอบการสอน กำหนดผู้เรียนครั้งละ 2 คน จากจำนวนผู้เรียนทั้งหมด 30 คน และใช้การสอนสนทนาในลักษณะของการถาม-ตอบ ไปสู่เป้าหมายการสอน โดยกำหนดให้ผู้สอนใช้ประโยคที่มีเนื้อหาเดียวในแต่ละ Turn สำหรับความรู้พื้นฐานของผู้เรียนคือเป็นผู้ที่ใช้งานโปรแกรม chat ได้ และมีพื้นฐานด้านการถ่ายรูปมาบ้าง

3.2 ภาพรวมการทำงานและแนวคิดพื้นฐานของระบบ

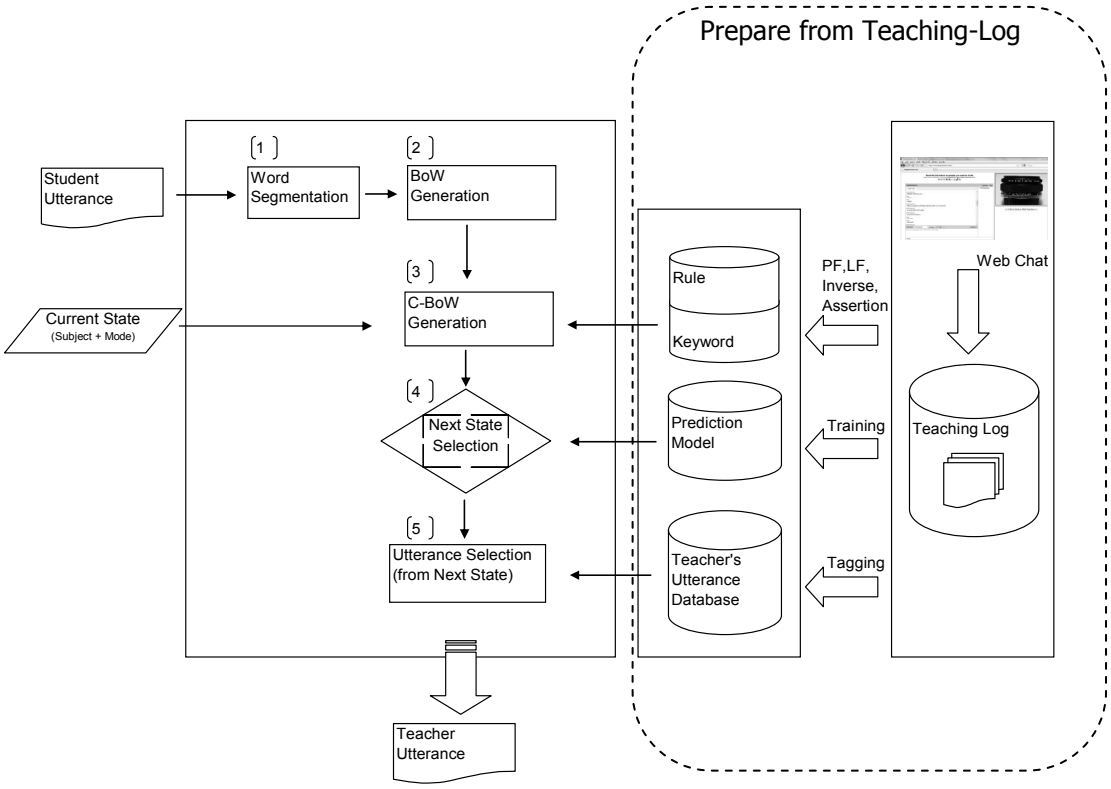
3.2.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบและภาพรวมการทำงานของระบบเลียนแบบผู้สอนแบบสนทนา โดยสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบได้ดังนี้

1. ระบบจะรับข้อความจากผู้เรียน และหัวข้อการสอนปัจจุบัน ซึ่งก็คือ State ของบทสนทนาล่าสุดของผู้สอน
2. ระบบจะนำข้อความของผู้เรียนมาทำการตัดคำและจัดสร้างถุงคำ
3. ระบบจะจัดสร้างถุงคำแบบมีเงื่อนไข(C-BoW) โดยจะเลือกคำสำคัญตามฐานข้อมูลคำสำคัญซึ่งอยู่ในถุงคำที่จัดทำไว้(สำหรับเนื้อหาวิชาการสอนนั้น) และใช้ rule ที่เตรียมไว้เพื่อช่วยในการจัดกลุ่มของคำนั้นลงใน C-BoW
4. ระบบจะทำการตัดสินใจเลือกข้อความที่ผู้สอนควรจะกล่าว ตาม model การตัดสินใจที่ได้สร้างไว้ (ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้ ต้นไม้ตัดสินใจและนาอีฟเบย์) จากการทำกระบวนการทางการเรียนรู้ของเครื่องกับข้อมูล Log การสอนที่เก็บมาล่วงหน้า โดยระบบจะทำการเลือกกลุ่มประโยคของผู้สอนตามที่โมเดลนั้นได้เรียนรู้มา โดยใช้อินพุต 2 ปัจจัยหลัก คือ
    a. บทสนทนาของผู้เรียน (C-BoW)
    b. บทสนทนาล่าสุดของผู้สอน (Current State)
5. เมื่อระบบตัดสินใจว่าจะใช้กลุ่มประโยคการสอนใดหรือ State ใด ระบบจะทำการเลือกบทสนทนาต่อไปของผู้สอน หรือ Next State จากฐานข้อมูลที่ได้จากบันทึกการสอน ซึ่งจะเป็นบทสนทนาของผู้สอนที่ถูกจัดกลุ่มตาม State แล้วนั่นเอง

ภาพที่ 3.1

องค์ประกอบและภาพรวมของระบบ



3.2.2 แนวคิดพื้นฐาน

1. แนวคิดของงานวิจัย

แนวคิดที่เสนอในงานวิจัยนี้ไม่ได้มุ่งหวังที่จะสร้างระบบที่ได้ผู้สอนที่สอนได้อย่างสมบูรณ์แบบ แต่มีจุดมุ่งหมายไปที่การสร้างระบบที่สามารถจำลองการตัดสินใจเลือกบทสนทนาของผู้สอนคนหนึ่งๆได้ ด้วยการนำบันทึกการสอนของผู้สอนผู้นั้นในเนื้อหาวิชาเดิมกับผู้เรียนระดับเดียวกันหลายๆ ครั้ง มาประยุกต์ใช้การประมวลผลภาษาธรรมชาติร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อวิเคราะห์หาโมเดลการสอนของผู้สอนผู้นั้น เพราะเราสามารถสังเกตได้ว่ากระบวนการสอนของผู้สอนคนใดคนหนึ่งนั้น จะมีการเลือกใช้ถ้อยคำและกลยุทธ์ที่มีแบบแผนเฉพาะตัวไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งกระบวนการที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ เป็นการใช้การเรียนรู้ของเครื่องเพื่อค้นหาแบบแผนการสอนของผู้สอน และสามารถคาดเดา(Predict) บทสนทนาต่อไปของผู้สอนให้

ได้ใกล้เคียงกับผู้สอนจริงมากที่สุด ซึ่งถ้าเราสามารถสร้างระบบการสอนแบบสนทนาด้วยกระบวนการในลักษณะนี้ได้ จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการสร้างระบบการสอนแบบสนทนาที่ลดงานด้านการเตรียมประโยคสนทนาและกลยุทธ์การสอน เพราะบทสนทนาของผู้สอนที่ได้จากบันทึกการสอนนั้น เป็นทั้งเนื้อหาวิชาและกลยุทธ์การสอนที่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรง อีกทั้งการสร้างระบบการสอนแบบสนทนาที่เสนอในงานวิจัยนี้ มีความเป็นอิสระต่อเนื้อหาวิชามากกว่าการสร้างระบบการสอนแบบสนทนาที่ใช้ Authoring Tools ในปัจจุบัน

กระบวนการสร้างระบบการสอนแบบสนทนาที่เสนอในงานวิจัยนี้ ถือเป็นการสร้างระบบการสอนแบบสนทนาจาก Corpus Based แต่ทั้งนี้ เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีวิธีในการสร้างระบบการสอนแบบสนทนาจาก Corpus Based ได้โดยตรง งานวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางแบบกึ่งอัตโนมัติ(Semi-Auto) นั่นคือการ Tag หัวข้อการสอนกำกับลงไปใน Log การสอนโดยมนุษย์ ซึ่งการ Tag นี้ทำได้โดยง่าย เนื่องจากข้อมูลการสอนแบบสนทนามีลักษณะที่สนทนาเรียงหัวข้อตามเนื้อหาการสอนโดยธรรมชาติ และผู้สอนเองย่อมสามารถรู้ถึงหัวข้อบทสนทนาในแต่ละขั้นตอนได้เป็นอย่างดี ซึ่งการ Tag จะเป็นการจัดกลุ่มข้อมูลบทสนทนาของผู้สอนโดยตรง และการจัดกลุ่มบทสนทนาของผู้สอน นี้ นอกจากจะใช้หัวข้อการสอนโดยการ Tagแล้ว ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ Dialogue Mode เพื่อร่วม Tag บทสนทนาของผู้สอนอีกด้วย เนื่องจากในแต่ละหัวข้อการสอนนั้น แต่ละบทสนทนายังมีจุดมุ่งหมายและหน้าที่แตกต่างกันไป โดย Dialogue Mode นี้จะทำหน้าที่จัดกลุ่มแยกประเภทบทสนทนาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่ง การกำหนด Dialogue Mode มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

Dialogue Mode และความหมาย

Mode	Detail	ความหมาย
Q	Question	บทสนทนาที่เป็นคำถาม
S	Statement	บทสนทนาแบบบอกเล่าให้ข้อมูลในเนื้อหาวิชา
EX	Extra Domain	บทสนทนาแบบบอกเล่าให้ข้อมูลที่อยู่นอกเนื้อหาวิชา
PF	Positive Feedback	บทสนทนาตอบรับคำตอบที่ถูกต้อง
LF	Lukewarm Feedback	บทสนทนาตอบรับคำตอบที่ใกล้เคียง
NF	Negative Feedback	บทสนทนาตอบรับคำตอบที่ผิด
SUM	Summary	บทสนทนาให้ข้อมูลสรุป

เมื่อจัดกลุ่มบทสนทนาของผู้สอนตามหัวข้อ(Topic) และ Dialogue Mode ได้แล้ว จะทำให้ได้กลุ่มหรือ Class ของบทสนทนา ซึ่งสามารถมอง Class หรือกลุ่มบทสนทนาเหล่านี้เป็น State ได้ โดยการสนทนาในการสอนจะเริ่มจาก State เริ่มต้นไปสู่ State ปลายทาง การสนทนาในระหว่างการสอน คือการเคลื่อน State เหล่านี้จากจุดเริ่มต้นไปสู่จุดสิ้นสุด โดยในระหว่างการสนทนาแต่ละครั้ง อาจจะมี State ที่ไม่แน่นอนปรากฏอยู่ ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบการสอนและบทสนทนาของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยตัวอย่าง State การสอนเป็นดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2

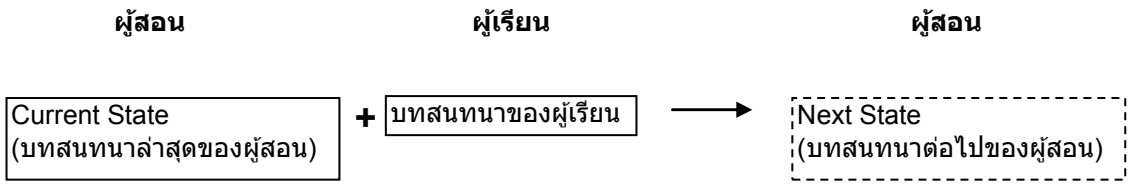
ตัวอย่าง State บทสนทนาของการสอน

Dialogue	Mode	Topic
สวัสดีครับ นักเรียนทุกท่าน	S	Greet
วันนี้ลองมาดู เรื่องของการหาโฟกัสกันว่ากล้	S	Intro
อันนี้เป็นเลนส์แบบที่ ต้องหมุนหาโฟกัสเอง	S	Intro2
ลองดูตรงจุดแดง ชี้ไปที่เลขอะไร	Q	FocusNum
ถูกต้องครับ	PF	FocusNum
เลข 3 นี้มีหน่วยเป็นอะไรครับ	Q	FocusUnit
ถูกต้องครับ	PF	FocusUnit
ทราบไหมครับว่าค่า 3 เมตรนี้หมายถึงอะไร	Q	FocusNumMean
ถ้าตอบให้ชัดเจน คือระยะโฟกัสนั่นเองครับ	LF	FocusNumMean
ดังนั้นที่เรา บอกว่าเราหาโฟกัส นั่นคือเราหาระยะห่างของวัตถุกับกล้องนั่นเองครับ	Sum	FocusMean
autofocus โฟกัสวัตถุที่ 3 เมตร แล้วห้ันไปถ่ายอีกวัตถุหนึ่งที่	Q	FocusAF
ถูกต้อง คำตอบคือชัดครับ เพราะวัตถุอยู่ห่าง	PF	FocusAF
มีคำถามใดเพิ่มเติมไหมครับ	Q	MoreQuestion
หวังว่าคงเข้าใจ ระบบการโฟกัสของกล้องได้	S	Bye
ขอบคุณครับ งั้นจบการเรียนเท่านี้ครับผม	S	Bye

Dialogue	Mode	Topic
สวัสดีครับ นักเรียน..	S	Greet
วันนี้ เราลองมาดูเรื่องการหาโฟกัสกันนะค	S	Intro
เป็นเลนส์แบบที่ต้องหมุนหาโฟกัสเอง	S	Intro2
ลองดูตรงจุดแดงว่าชี้ไปที่เลขอะไร	Q	FocusNum
ถูกต้องครับ	PF	FocusNum
แล้วเลข 3 นี้มีความหมายอย่างไรครับ	Q	FocusNumMean
ไม่ใช่ครับ หมายถึงวัตถุที่ จะถ่ายอยู่ห่าง	NF	FocusNumMean
ดังนั้นการหา โฟกัสคือการหาระยะห่างของ...กล้องกับวัตถุนั่นเอง	Sum	FocusMean
สงสัยตรงไหนไหมครับ	Q	MoreQuestion
หลังเลข 10 มีเครื่องหมายอะไร ทราบไห	Q	infinity
ถูกต้องครับ ถ้าโฟกัสวัตถุที่อยู่ไกลมากๆ	PF	infinity
..ถ้าเราใช้ระบบ autofocus โฟกัสวัตถุที่ 3 เมตร แล้วห้ันไปถ่ายอีกวัตถุหนึ่งที่อยู่ห่างจากกล้อง	Q	FocusAF
ถูกต้องเลยครับ ..การหาโฟกัสคือการหาร	PF	FocusAF
ยังสงสัยตรงไหมครับ	Q	MoreQuestion
หวังว่าคงเข้าใจ ระบบการโฟกัสของกล้อง	S	Bye
ขอบคุณครับ งั้นจบการเรียนเท่านี้ครับผม	S	Bye

สังเกตได้ว่าการเลือก State หรือการเลือกบทสนทนาของผู้สอนนั้น จะมีทั้งส่วนที่ซ้ำและแตกต่างกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้พิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการใช้บทสนทนาของผู้สอนในแต่ละ Turn นั้น ขึ้นอยู่กับบทสนทนาของผู้เรียนและบทสนทนาก่อนหน้าของผู้สอนเป็นสำคัญ โดยบทสนทนาก่อนหน้าของผู้สอน กับบทสนทนาตอบกลับของผู้เรียนจะส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกบทสนทนาหรือต่อไปของผู้สอนโดยตรง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้สองปัจจัยนี้เป็นอินพุตในการเรียนรู้ข้อมูลบันทึกการสอนที่มีอยู่ เพื่อหาโมเดลการตัดสินใจเลือกบทสนทนาของผู้สอน อันสามารถใช้โมเดลนั้นในการคาดเดา (Predict) บทสนทนาถัดไปของผู้สอนได้ ดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3
ปัจจัยการเลือกบทสนทนาของผู้สอน



การแยกความแตกต่างและจัดกลุ่มบทสนทนาของผู้เรียนนั้น ใช้กระบวนการตัดคำและถุงคำ Bag of Word (BoW) เพื่อแสดงบทสนทนาของผู้เรียน โดยการเทียบเคียงและจัดกลุ่มบทสนทนาของผู้เรียนยึดจากคำที่มีความหมายคล้ายกันเป็นหลัก แต่ BoW นั้นมีข้อจำกัดในการแสดงความหมายของบทสนทนาอยู่มาก ในงานวิจัยนี้จึงเสนอ Conditional-BoW ในการจัดกลุ่มคำและแสดงความหมายของบทสนทนาของผู้เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยใช้ประโยชน์จากการ Tag ร่วมกับ Rule ทางด้านการจัดเซตมาช่วย ดังจะมีรายละเอียดต่อไป

การใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อเรียนรู้และสรุปข้อมูลไปสู่ตัว Predition Model ซึ่งทำหน้าที่เลือกบทสนทนาต่อไปของผู้สอนได้นั้น ในงานวิจัยนี้ใช้การแสดงข้อมูลการสนทนาโดยจัดกลุ่มเป็น Class ในลักษณะของ State ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น และได้จัดกลุ่มบทสนทนาของผู้สอนตาม State โดยแต่ละ State ประกอบด้วย Dialogue Mode และ Topic หรือหัวข้อการสอน ดังนั้น Attribute ที่จะใช้พิจารณาบทสนทนาต่อไปของผู้สอน คือ บทสนทนาล่าสุดของผู้สอน(แสดงผ่าน Current State) และบทสนทนาของผู้เรียน (แสดงผ่านทาง C-BoW) ทั้งสองปัจจัยนี้จะเป็นตัวพิจารณาว่า Next State หรือบทสนทนาต่อไปของผู้สอนจะเป็นบทสนทนาในกลุ่ม(Class or State)ใด ทั้งนี้เราสามารถกำหนด State เริ่มต้นของการสอนทุกครั้งได้โดยตรง เนื่องจากธรรมชาติของการสนทนานั้น มักจะเริ่มต้นด้วยการทักทาย (Greeting) เสมอ ดังภาพที่ 3.2 ซึ่งจะเห็นว่าทั้งสองรอบการสอน จะเริ่มต้นด้วย State ที่ชื่อว่า Greet เสมอ เป็นต้น

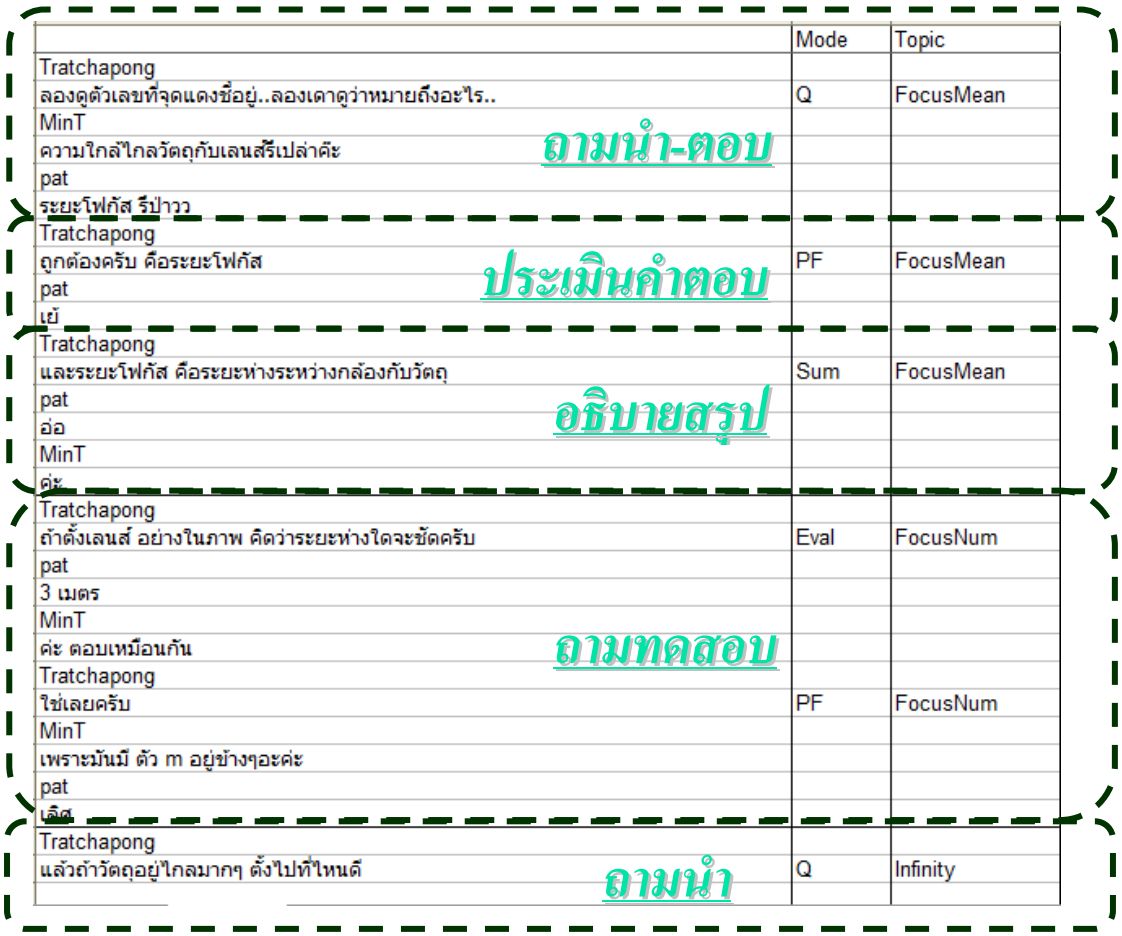
2. รูปแบบการสอนสนทนาเชิงถาม-ตอบ

ระบบการสอนสนทนาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ใช้กระบวนการสอนแบบสนทนาในเชิงถาม-ตอบ โดยผู้สอนจะควบคุมการสนทนาไปตามลำดับเนื้อหาจนครบวัตถุประสงค์ ซึ่งรูปแบบการ

สนทนาพื้นฐานนั้น ผู้สอนจะเป็นผู้ถามและผู้เรียนจะตอบคำถามอันนำไปสู่การให้เนื้อหาวิชา ซึ่งกระบวนการสอนโดยปกติ จะเริ่มต้นโดยการถามนำ – ผู้เรียนตอบคำถาม – ผู้สอนประเมินคำตอบผู้เรียน – ผู้สอนอธิบายสรุปหรือแก้ไขความเข้าใจผู้เรียน และ ผู้สอนอาจจะถามเพื่อทดสอบความเข้าใจจากผู้เรียน และขึ้นหัวข้อใหม่ จากนั้นจึงถามนำในลักษณะเดิม ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4

รูปแบบทั่วไปของการสอนแบบสนทนาในเชิงถาม-ตอบ



3. ความหลากหลายของข้อมูลการสอนแบบสนทนา

ระบบการสอนแบบสนทนานั้น ต่างจากระบบสอนเสริมอัจฉริยะ(ITS) โดยทั่วไป โดยเฉพาะในด้านการจัดการกับความหลากหลายจากอินพุตของผู้เรียน ซึ่งมีความเป็นอิสระ

มากกว่า รวมทั้งการที่ต้องทำความเข้าใจกับอินพุตของผู้เรียนเพื่อความสอดคล้องในการเสนอหัวข้อเนื้อหาไปตามวิธีการของผู้สอน และแม้กระทั่งผู้สอนเองก็สามารถสร้างความหลากหลายของข้อมูลได้เช่นกัน ซึ่งรูปแบบของความหลากหลายที่ต้องจัดการมีดังนี้

- ลำดับหัวข้อการสอน

แนวทางการสอนของผู้สอนแต่ละท่านในการสอนแต่ละครั้ง อาจมีวิธีการลำดับเนื้อหาหรือหัวข้อการสอนแตกต่างกันไป ซึ่งเป็นไปตามกลยุทธ์การสอนของผู้สอนท่านนั้น อันแสดงได้ผ่านทางประโยคสนทนา อย่างไรก็ตามผู้สอนท่านหนึ่งๆ นั้นมักจะมีจำนวนแนวทางลำดับการสอนไม่มากนัก ซึ่งในงานวิจัยนี้ให้ความสนใจในการหารูปแบบแนวทางที่เกิดขึ้นอย่างมีแบบแผนของผู้สอน โดยใช้บทสนทนาของผู้เรียนและหัวข้อการสอนเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้บทสนทนาต่อไปของผู้สอน

- การใช้บทสนทนาที่แตกต่างกันของผู้สอน

ในหัวข้อการสอนเดียวกัน ผู้สอนอาจจะใช้บทสนทนาที่แตกต่างกันไปได้ตามวิธีการสอนเฉพาะตัวของผู้สอนแต่ละท่าน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้กระบวนการจัดกลุ่มเนื้อหาของผู้สอนแยกตามหัวข้อการสอนผ่านการ Tag เป็น State ต่างๆ ดังนั้นการเลือกใช้บทสนทนาของผู้สอนจะเลือกตามกลุ่มหรือ State ที่ถูกจัดไว้ โดยถือว่าบทสนทนาในกลุ่มเดียวกัน จะมีความหมายเดียวกัน

- คำตอบของผู้เรียน - ถูก / ใกล้เคียง / ผิด

การสอนแบบสนทนาในงานวิจัยนี้ใช้การสนทนาในเชิงถาม-ตอบ โดยผู้สอนเป็นผู้ถามนำ ดังนั้นตัวแปรสำคัญในการกำหนดทิศทางการสนทนา คือคำตอบของผู้เรียนจากประโยคถามนำของผู้สอน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้แบ่งข้อมูลคำตอบของผู้เรียนไว้เป็น ถูก/ใกล้เคียง/ผิด โดยใช้ข้อมูลจาก Dialogue mode ที่ผู้สอนตอบกลับผู้เรียนหลังจากคำถาม กล่าวคือ Mode PF(Positive Feedback) เมื่อผู้เรียนตอบถูกต้อง, LF (Lukewarm Feedback) เมื่อผู้เรียนตอบใกล้เคียง และ NF(Negative Feedback) เมื่อผู้เรียนตอบผิด เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากระบวนการสนทนานั้นจะเริ่มมีความหลากหลายได้จากจุดนี้เช่นกัน

- การแทรกถามของผู้เรียน (Assertion)

การแทรกคำถามหรือการเป็นฝ่ายเริ่มต้นสนทนาของผู้เรียนในระบบการสอนแบบสนทนาโดยทั่วไปนั้น จะใช้การเตรียมการในเรื่องนี้เป็นกรณีพิเศษ เพราะถือเป็นหนึ่งในเรื่องที่ต้องมีกระบวนการจัดการเป็นพิเศษ เพราะมีโอกาสเกิดขึ้นได้เป็นปกติในการสนทนา และจากข้อมูลที่ได้ดำเนินการทดลอง สังเกตได้ว่าการแทรกถามของผู้เรียนมักจะเป็นส่วนที่อยู่นอกเนื้อหาการสอน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงใช้ประโยชน์จาก Dialogue Mode Ex (Extra Domain) ในการบ่งชี้ว่าเป็นคำถามแทรกจากผู้เรียน และนำไปจัดทำเป็นคำสำคัญเพื่ออินพุตเป็น C-BoW ในการสร้างโมเดล

- การตอบรับ-รับคำของผู้เรียน (Grounding)

บทสนทนาของผู้เรียนในระหว่างการสนทนาที่น่าสนใจอีกกลุ่มหนึ่งนั่นคือการกล่าวคำตอบรับการอธิบายจากผู้สอน ที่ไม่ได้เป็นการตั้งคำถามหรือตอบคำถามใดๆ เช่นคำว่า “ครับ”, “ค่ะ”, “อ๋อ” เป็นต้น ซึ่งไม่ได้มีผลต่อทิศทางในการสนทนาแต่อย่างใด เพราะผู้สอนสามารถดำเนินการสอนต่อไปได้ตามปกติ ไม่ว่าบทสนทนาในกลุ่มนี้จะถูกกล่าวออกมาในระหว่างการสนทนาหรือไม่ก็ตาม ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงมีกระบวนการในการกรองข้อมูลบทสนทนากลุ่มนี้ออกไป โดยกระบวนการคัดเลือก Keyword เฉพาะที่อยู่ในกลุ่ม PF, LF และ EX มาใช้เท่านั้น

4. การทำป้ายกำกับ (Tagging)

การทำป้ายกำกับการสนทนาจะถูกทำโดยผู้สอน เพื่อเป็นการจัดกลุ่มประโยคผู้สอนตามหัวข้อ ซึ่งการทำป้ายกำกับโดยผู้สอนในงานวิจัยนี้ถือเป็นแนวคิดใหม่ในการสร้างระบบผู้สอนแบบสนทนา เนื่องจากระบบการสอนแบบสนทนาที่มีอยู่ทั่วไปนั้นจะใช้ Authoring Tools ที่มีการเตรียมประโยคสนทนาของผู้สอนไว้ก่อน ในขณะที่งานวิจัยนี้เสนอการใช้ข้อมูลที่เก็บมาระหว่างการสอน(Teaching Log) มาทำเนื้อหาการสอนโดยตรง เพราะเราสามารถสังเกตได้ว่าการสอนแบบสนทนานั้นมีลักษณะเรียงกันไปตามหัวข้อการสอน ดังนั้นเราสามารถใช้ประโยชน์จากธรรมชาติของข้อมูลการสนทนาในแง่มุมนี้ ไปใช้ในการจัดกลุ่มประโยคสนทนาแยกตามหัวข้อการสอน (Topic) และ Dialogue Mode ได้โดยตรง โดยการทำป้ายกำกับนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นในการทำกระบวนการที่เหลือในการสร้าง Prediction Model ต่อไป บทสนทนาทั้งหมดที่ถูกทำป้ายกำกับจะ

ถูกจัดกลุ่มแยกเป็น Class ตาม State (Topic+Dialogue Mode) และจะใช้เป็นฐานข้อมูลบทสนทนาของผู้สอนที่เตรียมไว้โต้ตอบกับผู้เรียนตามข้อสรุปของแต่ละ Prediction Model โดยในแต่ละ State จะถูกแยกเป็นแต่ละ class โดยการรวม Dialogue Mode และ Topic เข้าไว้ด้วยกัน ดังภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5

ตัวอย่างการทำป้ายกำกับ(Tagging) กับข้อมูลบันทึกการสอน

Dialogue	Mode	Topic	Class
สวัสดีครับ นักเรียน..	S	Greet	SGreet
สวัสดีค่ะ	(Student)		(Student)
สวัสดีค่ะ	(Student)		(Student)
วันนี้ ลองมาดูเรื่องการหาโฟกัสกันว่าคืออะไร ลองเปิดภาพที่ 4 ครับ	S	Intro	SIntro
เปิดแล้วค่ะ	(Student)		(Student)
ค่ะ	(Student)		(Student)
เป็นเลนส์แบบที่ต้องหมุนหาโฟกัสเอง ใช้ทำความเข้าใจเรื่องการหาโฟกัสได้ดี	S	Intro2	SIntro2
ค่ะ เคยเห็นเพื่อนใช้อยู่	(Student)		(Student)
เคยเห็นค่ะ แต่ว่าใช้ไม่เป็นค่ะ	(Student)		(Student)
ลองดูตัวเลขที่จุดแดงชื่อยู่หมายถึงอะไร พอทราบไหม	Q	FocusNumMean	QFocusNumMean
คิดว่าคงเกี่ยวกับระยะของวัตถุ แต่ไม่แน่ใจค่ะ	(Student)		(Student)
ระยะห่าง ระหว่างเลนส์สองชิ้นรึเปล่าคะ	(Student)		(Student)
ไม่ถูกครับ	NF	FocusNumMean	NFFocusNumMean
ลองดูที่หน่วยด้านหลัง..	Q	FocusUnit	QFocusUnit
หน่วยเป็นเมตร (m) คิดว่าน่าจะระยะห่างวัตถุกับเลนส์ค่ะ	(Student)		(Student)
ถูกต้องเลยครับ	PF	FocusUnit	PFFocusUnit
ถ้าหมุนไปที่ 3 m ก็คือชัดที่ 3 เมตร	S	FocusUnit	SFocusUnit
ค่ะ	(Student)		(Student)
อ๋อ...	(Student)		(Student)
มีคำถามเพิ่มเติมไหมครับ	Q	MoreQuestion	QMoreQuestion
แล้วเครื่องหมายสุดท้ายใช่ infinity รึป่าวคะ	(Student)		(Student)
ใช่ครับ ถ้าวัตถุอยู่ไกลมากให้หมุนโฟกัสไปที่ตำแหน่งนี้	EX	infinity	EXinfinity
ค่ะ	(Student)		(Student)
ค่ะ	(Student)		(Student)
ยังสงสัยตรงไหนเพิ่มเติมอีกไหมครับ	Q	MoreQuestion	QMoreQuestion
แล้วตัวเลขสีเหลืองที่คันตรงกลางคืออะไรคะ	(Student)		(Student)
ระยะห่างที่มีหน่วยเป็นฟุตครับ	EX	FocusUnitF	EXFocusUnitF
ค่ะ	(Student)		(Student)
เข้าใจละ	(Student)		(Student)

5. กระบวนการตัดคำ

กระบวนการตัดคำในงานวิจัยนี้ใช้วิธี Longest Matching โดยใช้โปรแกรม Swath ซึ่งเป็นโปรแกรมตัดคำภาษาไทย ที่มีลักษณะการตัดคำโดยให้ความสำคัญกับคำที่ยาวที่สุดก่อน ซึ่งเหมาะสมกับงานวิจัยนี้ เนื่องจากเนื้อหาการสนทนามีการใช้ศัพท์เฉพาะอันอาจจะเกิดจากการต่อคำมากกว่า 1 คำ สำหรับงานวิจัยนี้ใช้การตัดคำเฉพาะบทสนทนาของผู้เรียนเท่านั้น เนื่องจากบทสนทนาของผู้สอนจะถูกจัดกลุ่มผ่านการทำป้ายกำกับทั้งประโยคเป็นแต่ละ State เพื่อเป็น

ฐานข้อมูลของ State หรือกลุ่มบทสนทนาของผู้สอน ซึ่งจะใช้ State เหล่านี้ เป็นตัวกำหนดเอาต์พุตของบทสนทนาของผู้สอนในระบบต่อไป

6. **การคัดเลือกคำสำคัญ** (Keyword)

โดยปกติการจัดทำ BoW เพื่อประมวลผลข้อความนั้นจะต้องมีการเลือกคำสำคัญ (Keyword) เพื่อให้ได้คำที่มีผลต่อการสนทนาเท่านั้น โดยในงานวิจัยนี้ใช้กระบวนการเลือกคำสำคัญ โดยใช้ประโยชน์จากธรรมชาติของข้อมูลสนทนาและการทำป้ายกำกับ ตลอดจนการใช้คำพ้องความหมายจากพจนานุกรม เพื่อการจัดกลุ่มคำและบทสนทนาของผู้เรียนได้อย่างถูกต้องครอบคลุมมากที่สุด โดยมีกระบวนการในการเลือกคำสำคัญดังนี้

- การคัดเลือกกลุ่มคำตาม Dialogue Mode

  จากแนวคิดที่ได้กล่าวถึงทิศทางของการสอนแบบสนทนาในเชิงถาม-ตอบในข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าทิศทางการสนทนาที่เปลี่ยนไปด้วยบทสนทนาของผู้เรียนนั้น ขึ้นอยู่กับการตอบคำถามของผู้เรียน และการแทรกถามของผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นเราสามารถใช้ประโยชน์จาก Dialogue Mode ที่ได้ทำการ Tag ไว้แล้ว เพื่อคัดกรองบทสนทนาที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกบทสนทนาของผู้สอนจริงๆ เท่านั้นได้ โดยในงานวิจัยนี้ จะเลือกบทสนทนาของผู้เรียนที่ได้รับ Next State จากผู้สอนเป็น PF, LF และ EX เป็นหลัก จากทุกหัวข้อการสอน ดังภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6

การเลือกบทสนทนาของผู้เรียนจาก Dialogue Mode

Dialogue	Mode	Topic
สวัสดีครับ นักเรียน..	S	Greet
สวัสดีค่ะ	(Student)	
สวัสดีค่ะ	(Student)	
วันนี้ ลองมาดูเรื่องการหาโฟกัสกันว่าคืออะไร ลองเปิดภาพที่ 4 ครับ	S	Intro
เปิดแล้วค่ะ	(Student)	
ค่ะ	(Student)	
เป็นเลนส์แบบที่ต้องหมุนหาโฟกัสเอง ใช้ทำความเข้าใจเรื่องการหาโฟกัสได้ดี	S	Intro2
ค่ะ เคยเห็นเพื่อนใช้อยู่	(Student)	
เคยเห็นค่ะ แต่ว่าใช้ไม่เป็นค่ะ	(Student)	
ลองดูตัวเลขที่จุดแดงชื่อยู่หมายถึงอะไร พอทราบไหม	Q	FocusNumMean
คิดว่าคงเกี่ยวกับระยะของวัตถุ แต่ไม่แน่ใจค่ะ	(Student)	
ระยะห่าง ระหว่างเลนส์สองชิ้นรึเปล่าคะ	(Student)	
ไม่ถูกครับ	NF	FocusNumMean
ลองดูที่หน่วยด้านหลัง..	Q	FocusUnit
หน่วยเป็นเมตร (m) คิดว่าน่าจะระยะห่างวัตถุกับเลนส์ค่ะ	(Student)	
ถูกต้องเลยครับ	***PF***	FocusUnit
ถ้าหมุนไปที่ 3 m ก็คือชัดที่ 3 เมตร	S	FocusUnit
ค่ะ	(Student)	
อ่อ...	(Student)	
มีคำถามเพิ่มเติมไหมครับ	Q	MoreQuestion
แล้วเครื่องหมายสุดท้ายใช่ infinity รึป่าวคะ	(Student)	
ใช่ครับ ถ้าวัตถุอยู่ไกลมากให้หมุนโฟกัสไปที่ตำแหน่งนี้	***EX***	infinity
ค่ะ	(Student)	
ค่ะ	(Student)	
ยังสงสัยตรงไหนเพิ่มเติมอีกไหมครับ	Q	MoreQuestion
แล้วตัวเลขสีเหลืองที่คันตรงกลางคืออะไรคะ	(Student)	
ระยะห่างที่มีหน่วยเป็นฟุตครับ	***EX***	FocusUnitF
ค่ะ	(Student)	
เข้าใจละ	(Student)	

- การกรองหาคำสำคัญตาม Class

เราสามารถกรองคำสำคัญ โดยใช้ประโยชน์จากการ Tag ที่ทำไว้แล้วได้เช่นกัน ด้วยการใช้ Class ที่ได้ Mode PF,LF และ EX ของ Topic เดียวกันในการสอนแต่ละครั้ง มาทำการคัดกรองคำที่ซ้ำกันมากที่สุด ตัวอย่างเช่น Class ที่ชื่อ PFFocusAF ของการสอนแต่ละครั้ง จะมีคำว่า “ชัด” เป็นคำตอบที่ถูกต้อง ดังนั้นคำที่ซ้ำกันมากที่สุด ในบทสนทนาของผู้เรียนที่จะได้ Class เป็น PFFocusAF จากผู้สอนคือคำว่า “ชัด” นั่นเอง โดยในงานวิจัยนี้ใช้การคัดกรองคำสำคัญโดยใช้การจัดลำดับ (Ranking) คำที่เกิดซ้ำกันมากที่สุดเพื่อแยกคำที่ไม่ใช่คำตอบออกไป นอกจากนี้ จะมีการกรองคำที่เป็น stop word ออกไปเช่นกัน เช่นคำว่า "ครับ", "ค่ะ" เป็นต้น ดังภาพที่ 3.7 ซึ่งได้แสดงตัวอย่างการคัดเลือกคำสำคัญด้วยกระบวนการ Ranking ของ Class PFFocusAF ทั้งนี้ ในเรื่องด้านจำนวนคำที่จะเลือกมาจากตาราง Ranking นั้น ในงานวิจัยนี้จะให้มนุษย์เป็นผู้กำหนดเลือกตามความหมายเป็นหลัก

ภาพที่ 3.7

การคัดเลือกคำสำคัญโดยใช้วิธี Ranking

Student Dialogue(Word)	Class (NextState)	Teacher Dialogue
ช้ัด คับ	PFFocusAF	ถูกต้อง คำตอบคือช้ัดครับ
ช้ัด ค่ะ	PFFocusAF	ถูกต้องเลยครับ ..การหาโ
ช้ัด	PFFocusAF	ถูกต้องครับ
ช้ัด ครับ ค่ะ	PFFocusAF	ถูกต้อง
ช้ัด ครับ	PFFocusAF	ใช่ครับ คำตอบคือช้ัดครับ
น่าจะ ช้ัด นะ คับ	PFFocusAF	ถูกต้องครับ คำตอบคือช้ัด
น่าจะ ช้ัด เหมือนกัน	PFFocusAF	ถูกต้องครับ คำตอบคือช้ัดค
ช้ัด เหมือน ทัง 2	PFFocusAF	ใช่ครับ คำตอบที่ถูกต้องคื
ช้ัด ครับ	PFFocusAF	ถูกต้อง แสดงว่าเข้าใจเรื่อง
ช้ัด ครับ	PFFocusAF	ถูกต้องครับ คำตอบคือช้ัดค
น่าจะ ช้ัด ครับ	PFFocusAF	ถูกต้อง คำตอบคือช้ัดนะครั
ช้ัด ค่ะ	PFFocusAF	ถูกต้อง
ได้ ครับ	PFFocusAF	ถูกต้องครับ
ได้ ภาพ ช้ัด ค่ะ	PFFocusAF	ถูกต้องครับ

Rank	Word	Amount
1	ช้ัด	13
	ครับ	6
	ค่ะ	4
	น่าจะ	3
	คับ	2
2	ได้	2
3	เหมือนกัน	2
4	2	1
5	ทัง	1
	นะ	1
6	ภาพ	1

- การเพิ่มคำพ้องความหมาย

เราสามารถทำให้ระบบการสอนแบบสนทนาที่สร้างขึ้น มีกระบวนการรับรู้ความหมายบทสนทนาของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยการใช้พจนานุกรมเป็นฐานข้อมูลเพื่อสร้างกลุ่มคำพ้องความหมายกับคำสำคัญแต่ละคำที่ได้มา เพื่อรองรับอินพุตหรือคำของผู้เรียนอันอาจจะไม่มีอยู่ใน Teaching Log ที่เราเก็บข้อมูลมาได้นั่นเอง ซึ่งกระบวนการนี้จะสอดคล้องกับแนวคิดในการสร้าง Conditional-Bag of word ดังที่จะได้อธิบายต่อไป

7. **กระบวนการจัดทำ** Conditaional Bag of Word

การจัดการข้อมูลแบบข้อความเพื่อการประมวลผลทางภาษาธรรมชาตินั้น การใช้ BoW ถือเป็นวิธีการแสดงข้อมูลแบบข้อความที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้ได้ในหลายทาง เช่น การประมวลผลคำในเชิงเรขาคณิต(SVM) และในกระบวนการทาง LSA เป็นต้น แต่ BoW มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถแสดงถึงความหมายของคำได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกการแทนข้อความสนทนาของผู้เรียนโดยการใช้ C-BoW (Conditional BoW) ซึ่งเป็นการพัฒนาข้อจำกัดจาก BoW ในการบ่งชี้ถึงความหมายของคำและประโยคในบทสนทนาของผู้เรียนได้ โดยในกระบวนการสร้าง C-Bow นั้น จะเริ่มจากการสร้าง Bow แบบปกติก่อน แล้วจึงเพิ่มเงื่อนไขเพื่อทำให้ระบบสามารถรู้ถึงความหมายของบทสนทนาได้ดียิ่งขึ้นดังนี้

- การจัดกลุ่มของบทสนทนาผู้เรียน

จากการที่แนวคิดในงานวิจัยนี้ได้ใช้การ Tag Dialogue Mode และ Topic เพื่อจัดกลุ่มและสร้าง Class ให้กับบทสนทนาผู้สอน ซึ่งเกี่ยวพันกับบทสนทนาของผู้เรียน โดยเฉพาะใน Mode PF, LF และ EX ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เราจึงสามารถใช้ class ที่มี mode เหล่านี้ ในการจัดกลุ่มบทสนทนาของผู้เรียนได้เช่นกัน ซึ่งเป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการสร้าง C-BoW โดย Class บทสนทนาของผู้เรียนที่กำหนดในงานวิจัยนี้ มีจำนวน 5 Classes ซึ่งแต่ละ Class จะแทนคำกลุ่มต่างๆ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

Class ของ Conditional-BoW

Class	Word Set (Description)
PF	Keyword ของคำตอบที่ถูก
LF	Keyword ของคำตอบที่ใกล้เคียง
NF	Keyword ของคำตอบที่ผิด
EX	Keyword ของคำถามแทรกระหว่างสนทนา
(any)	คำที่ไม่มีผลในการสนทนา เช่น ครับ,ค่ะ

- การใช้ Inverse of specific word

ในการสอนแบบสนทนาในเชิงถามตอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้นั้น เมื่อผู้สอนมีคำถามนำ ย่อมมีเซตของคำตอบที่คาดหวังอยู่จำกัด แต่ผู้เรียนสามารถเลือกใช้คำตอบได้อย่างหลากหลาย ดังนั้นเราสามารถใช้หลักในข้อนี้ในการคัดกรองจัดกลุ่มคำตอบที่ถูกต้อง,ใกล้เคียงและคำตอบที่ผิดได้ โดยแยกเซตคำตอบที่ถูกต้องทั้งหมดแทนด้วยคำๆหนึ่งใน C-Bow (PF) เช่นเดียวกับเซตคำตอบที่ใกล้เคียงก็แทนด้วยคำอีกคำหนึ่ง(LF) และคำอื่นๆ ทั้งหมดที่อยู่นอกเหนือจากสองเซตข้างต้นก็จะสามารถจัดเป็นเซตของกลุ่มคำตอบที่ผิด(NF) ได้ ทั้งนี้การสร้างเซตของคำตอบที่ถูกต้องและใกล้เคียงนั้น ได้จากขั้นตอนการคัดเลือกคำสำคัญที่ผ่านมา และทำการ

จัดกลุ่มคำตามการ Ranking และสามารถใช้การ Lookup จากพจนานุกรมในส่วนของคำพ้องความหมายเพื่อเพิ่มเติมคำในแต่ละเซตได้ นอกเหนือจากข้อมูลหรือคำที่ได้จาก Teaching Log โดยตรง โดยข้อมูลสนทนาซึ่งถูก Tag ด้วย PF และ LF ทั้งหมดจากหัวข้อการสอนนั้นๆ จะถูกนำมาคัดกรองเข้าสู่ C-BoW เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

- การตรวจจับหาความหมายเชิงปฏิเสธ

เนื่องจากการแสดงข้อมูลข้อความผ่าน BoW ปกตินั้นไม่สามารถแสดงถึงลำดับของคำและความหมายเชิงปฏิเสธได้ และในการสนทนานั้นมักจะมีการใช้ถ้อยคำในเชิงปฏิเสธอยู่ด้วยเช่นกัน ถึงแม้จะมีการใช้ inverse of specific word ดังที่กล่าวมาแล้วก็ตาม เพราะคำตอบที่ถูกต้องนั้นถ้าเติมคำเชิงปฏิเสธไว้ข้างหน้า เช่น คำตอบที่ถูกคือคำว่า “ชัด” แต่ผู้เรียนตอบว่า “ไม่ชัด” จะกลายเป็นคำตอบที่ผิด ซึ่งการใช้ inverse of specific word ยังไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ จึงต้องใช้การกำหนดกฎเกณฑ์บางอย่างเพื่อรับรู้การใช้คำในลักษณะปฏิเสธแบบนี้ ซึ่งใน C-BoW นี้จะมีกฎคัดกรองคำตอบที่ผิดในลักษณะดังกล่าวนี้เพื่อให้คำเหล่านี้ไปอยู่ในเซตคำตอบที่ผิด ได้อย่างถูกต้อง

กฎ : ถ้ามีคำว่า "ไม่", “มิ” อยู่หน้าคำตอบที่ได้ PF ให้ถือว่าอยู่ในกลุ่มคำตอบที่ผิด

7. การจัดทำ Prediction Model

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้การทำ Prediction Model ด้วยการใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่องสองทฤษฎี คือ Decision Tree และ Naïve Bayes เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลที่ได้จากการเรียนรู้ทั้งสองแบบในแง่มุมต่างๆ สาเหตุที่เลือกการเรียนรู้สองแบบนี้เนื่องจาก Decision Tree เหมาะสมกับข้อมูลที่มีความเกี่ยวพันกันสูง และมีจุดเด่นด้านการแสดง Pattern ของข้อมูลได้ดี ส่วน Naïve Bayes นั้นเหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้ค่าความน่าจะเป็นโดยยึดจากสถิติที่เคยเกิดขึ้น ซึ่งทั้งสองแบบมีแนวโน้มที่จะจัดการข้อมูลการสอนแบบสนทนา ซึ่งมีลักษณะสอดคล้องกับทั้งสองทฤษฎีได้เป็นอย่างดี โดยข้อมูลที่จะนำไปพิจารณาในการทำการเรียนรู้เพื่อหา Prediction Model นั้น แสดงได้ดังภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8

ข้อมูลเพื่อการสร้าง Prediction Model

Input Attributes						Output
PF	LF	NF	EX	any	Current	Next
				1	SGreet	SIntro
				1	SIntro	SIntro2
				1	SIntro2	QFocusNumMean
		1			QFocusNumMean	NFFocusNumMean
				1	NFFocusNumMean	QFocusUnit
1					QFocusUnit	PFFocusUnit
				1	PFFocusUnit	SFocusUnit
				1	SFocusUnit	QMoreQuestion
			1		QMoreQuestion	EXinfinity
				1	EXinfinity	QMoreQuestion
			1		QMoreQuestion	EXFocusUnitF
				1	EXFocusUnitF	QFocusMeanY
1					QFocusMeanY	PFFocusMeanY
				1	PFFocusMeanY	SFocusAF
				1	SFocusAF	QFocusAF
		1			QFocusAF	NFFocusAF
				1	NFFocusAF	SFocusAF
				1	SFocusAF	SumFocusAF
				1	SumFocusAF	QMoreQuestion
				1	QMoreQuestion	SBye
				1	SBye	SBye

Model

Naïve Bayes ***Decision Tree C.45***

3.3 เครื่องมือที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบ

สำหรับงานวิจัยนี้จะประกอบด้วยเครื่องมือและซอฟท์แวร์ที่ใช้เพื่อพัฒนาระบบ ดังที่แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3
เครื่องมือที่ใช้สำหรับงานวิจัย

ฮาร์ดแวร์ (Hardware)	Intel Dual-Core CPU T4300 @ 2.1GHz 2GB of RAM
ระบบปฏิบัติการ (Operating System)	Microsoft Windows Vista Service Pack 2
ซอฟท์แวร์ (Software)	SWATH (ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ, 2545) WEKA (The University of Waikato) Microsoft Excel 2003 (Microsoft Corp.)
เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)	Hosting company : www.191host.com Web Server : Apache 2.2 Web Hosing Management Software : DirectAdmin Control Panel 2007 Web site : http://www.thaiphototutor.net
เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application)	NeatChat (http://www.neatchat.com/)

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

ระบบเลียนแบบผู้สอนแบบสนทนาในภาษาไทยได้ดำเนินการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลและเตรียมข้อมูล
- ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลประโยคของผู้สอนโดยการทำป้ายกำกับ (Taging)
- ขั้นตอนการจัดสร้างถุงคำให้กับข้อมูลประโยคของผู้เรียน (Bag of Word)
- ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจเพื่อเลือกประโยคถัดไปของผู้สอน

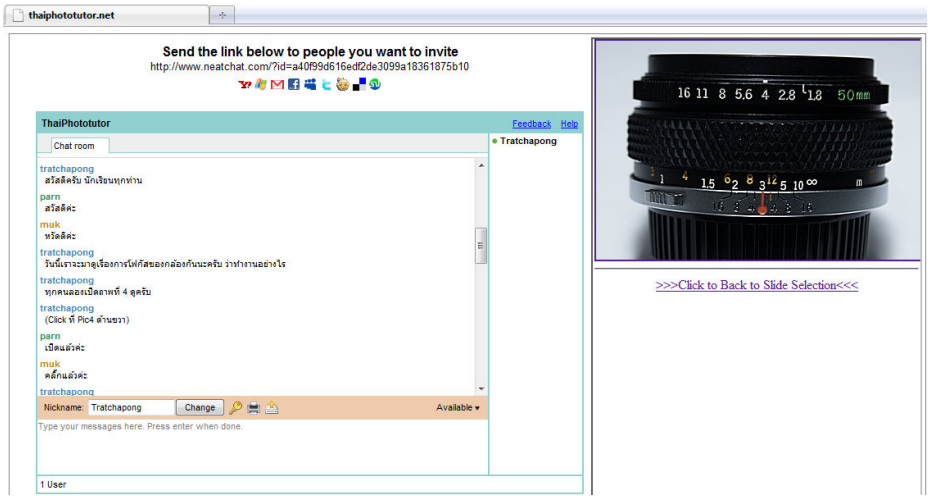
3.4.1 ขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลและเตรียมข้อมูล

1. การจัดเก็บข้อมูลการสอน

งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลการสอนโดยการสนทนาผ่านระบบ Web Chat ซึ่งสามารถแสดงภาพประกอบได้ ด้วยเนื้อหาวิชาด้านการถ่ายภาพ เรื่องการโฟกัสของกล้อง โดยดำเนินการเรียนการสอนเพื่อเก็บข้อมูลด้วยผู้สอนคนเดียวกัน และใช้ผู้เรียนระดับเดียวกันคือสามารถใช้งาน Web Chat ได้และมีพื้นฐานเคยถ่ายรูปมาบ้าง จำนวน 15 รอบการสอน กำหนดผู้เรียนรอบการสอนละ 2 คน ดังภาพที่ 3.9

ภาพที่ 3.9

ระบบ Web Chat ที่ใช้เก็บข้อมูล

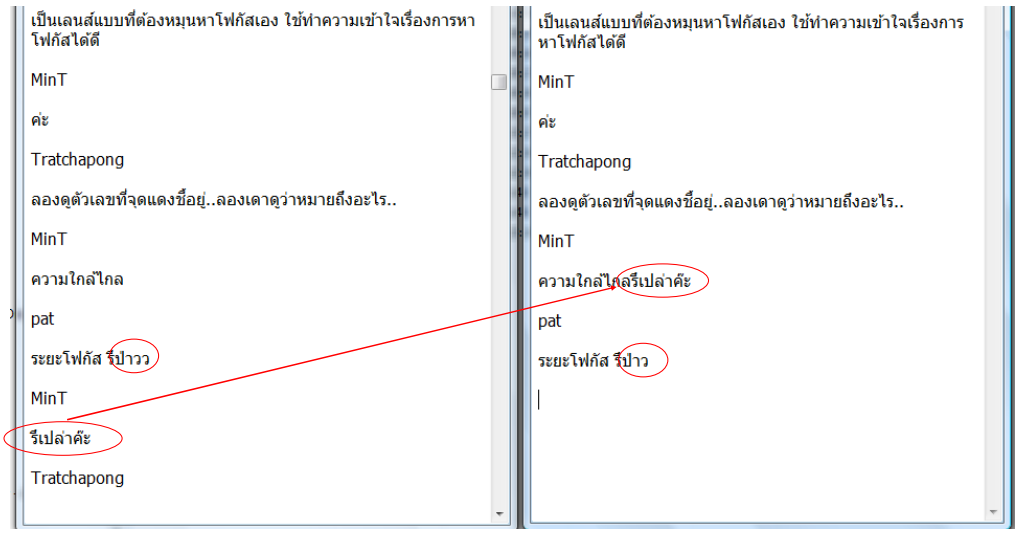


2. การเตรียมข้อมูล

ทำการ Normalize ข้อมูลใน Log อันประกอบด้วย การแก้ไขตัวสะกด, การแก้ไข Turn ที่ผิดพลาด และการตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการสอนดังภาพที่ 3.10

ภาพที่ 3.10

ตัวอย่างการ Normalize ข้อมูล



3.4.2 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มข้อมูลประโยคของผู้สอนโดยการทำป้ายกำกับ (Taging)

1. การกำหนด Topic และ Dialogue Mode

การกำหนดหัวข้อย่อยในแต่ละช่วงของการสนทนาให้ทำโดยผู้สอน เนื่องจากผู้สอนจะทราบถึงวัตถุประสงค์การสอนของการสนทนาในแต่ละลำดับได้เป็นอย่างดี โดยในการทดลองของงานวิจัยที่สอนเรื่องการโฟกัสของกล้องนี้ หัวข้อการสอนได้ถูกแบ่งเป็น 19 หัวข้อย่อย และในส่วนของ Dialogue Mode นั้น ได้ถูกกำหนดไว้ 7 ประเภท ดังนั้นเราสามารถจัด class ของประโยคผู้สอนได้มากที่สุดคือ 133 กลุ่ม ดังภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.11

หัวข้อและ Dialogue Mode

Topic
Greet
Intro
Intro2
FocusNum
FocusUnit
FocusNumMean
FocusMean
FocusAF
MoreQuestion
Bye
infinity
FocusUnitF
FocusMeanY
FocusAF2
Fstop
FocusNumMean2
FocusNumMean3
FocusNumMean4
FocusAF3

x

Dialogue Mode
S (Statement)
Q (Question)
PF (Positive Feedback)
LF (LukeWarm Feedback)
NF (Negaive Feedback)
EX (Extra Domain)
SUM (Summary)

Possible Class
19 x 7 = 133

2. การทำป้ายกำกับ (Taging)

นำ Log การสอนที่ทำการ normalize แล้วมาทำการ Tag หัวข้อการสอนและ Dialogue Mode ซึ่งกำหนดไว้ดังภาพที่ 3.11 ไปตามลำดับ โดยการจำแนกหัวข้อการสอนและการ

Tag นั้นจะทำโดยผู้สอน ซึ่งสามารถทำได้สะดวก เพราะเป็นการใส่ Tag ต่อเนื่องกันไปในแต่ละช่วงของข้อมูลตั้งแต่ต้นจนจบ ดังภาพที่ 3.12 เนื่องจากการสอนแบบสนทนาจะดำเนินการสอนทีละหัวข้อไปจนครบจุดประสงค์การสอนโดยธรรมชาติ

ภาพที่ 3.12

Subject & Dialogue Mode Taging

...	Tag By Author (Mode-Subject)	
T: ลองดูตัวเลขที่ จุดแดงชี้อยู่..ลองเดาดูว่าหมายถึงอะไร..	[Q - Focus]	
S1: ระยะโฟกัส ??	[Focus]	***Focus***
S2: ไม่ทราบเรยค่ะ	[Focus]	
T: คำตอบคือระยะโฟกัส ถูกแล้วครับ	[PF - Focus]	
T: ลองดูหน่วย..เป็นเท่าไรครับ	[Q - FocusUnit]	
S1: เมตร รีป่าวคับ (m)	[FocusUnit]	***FocusUnit***
S2: น่าจา 3 เมตรค่ะ	[FocusUnit]	
T: ใช่เลย	[PF - FocusUnit]	
T: แล้ว 3 เมตรในภาพนี้น่าจะหมายถึงระยะทางของอะไร	[Q - FocusMean]	
S1: ระยะจากตำแหน่งโฟกัสถึงวัตถุ	[FocusMean]	***FocusMean***
S2: ระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุรีป่าวค่ะ	[FocusMean]	
T: ใช่ครับเป็นระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุ	[PF - FocusMean]	
...		

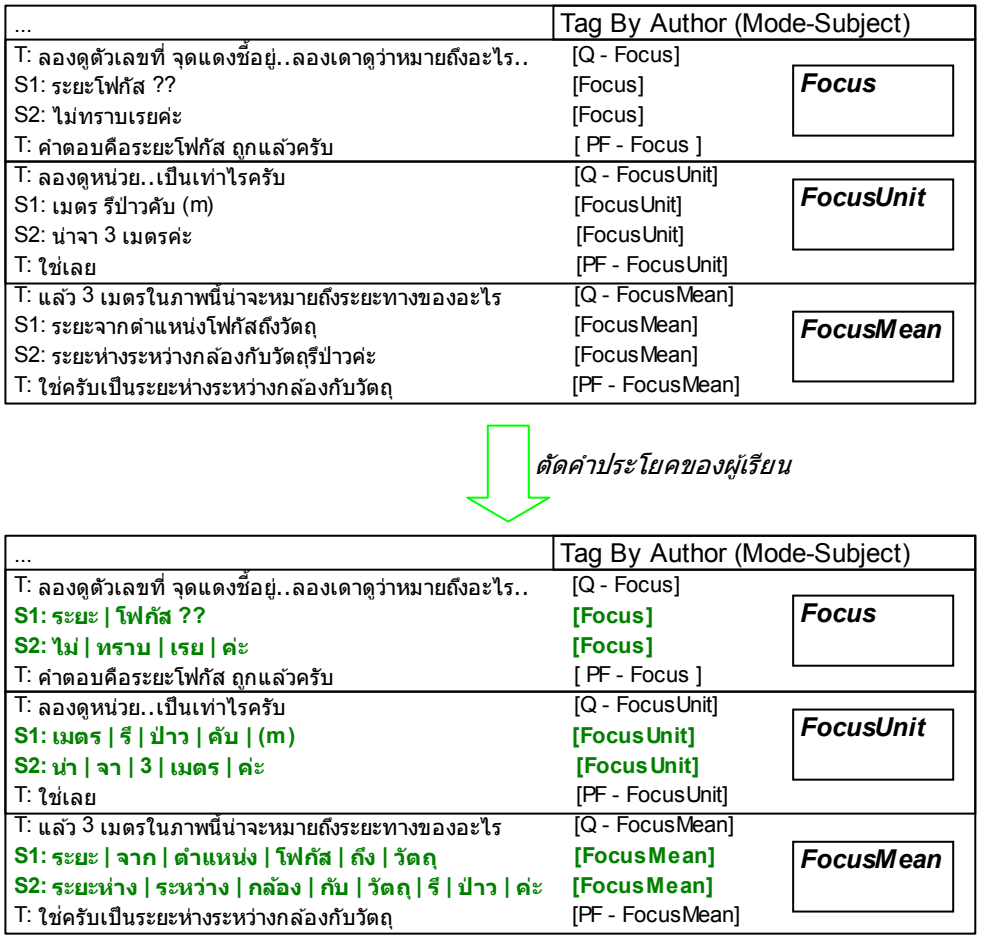
3.4.3 **ขั้นตอนการจัดสร้างถุงคำให้กับข้อมูลประโยคของผู้เรียน** (Bag of Word)

1. **การตัดคำ** (Word Segmentation)

นำประโยคของผู้เรียนทั้งหมดมาทำการตัดคำด้วยโปรแกรม Swath ดังภาพที่ 3.13

ภาพที่ 3.13

การตัดคำประโยคของผู้เรียน



2. **การเลือกคำสำคัญ** (Keyword Selection)

นำบทสนทนาของผู้เรียนแต่ละ Turn มาหา Keyword เพื่อเตรียมกำหนดคำเหล่านั้นไว้ในถุงคำ ซึ่งการเลือกคำสำคัญนี้อิงจากความคิดพื้นฐานของการสอนแบบสนทนาในรูปแบบถามตอบ อันเนื่องด้วยการสอนแบบสนทนาถามตอบนั้น ประโยคของผู้เรียนมักจะเป็นการตอบคำถามที่ผู้สอนถามไว้เป็นหลัก เราจึงสามารถใช้ Dialogue mode ที่เป็น feedback ของผู้สอนมาช่วยในการหาคำสำคัญได้ดังนี้

- เลือก keyword จากบทสนทนาที่ได้ State ถัดไปเป็น Positive Feedback และ Lukewarm Feedback จากผู้สอน แม้ระหว่างคำตอบที่ได้ Positive Feedback และ Lukewarm Feedback นั้น ต่างก็เป็นคำตอบที่มีขอบเขตจำนวนของคำ

จำกัด แต่เนื่องจากจะมีการโต้ตอบจากผู้สอนแตกต่างกัน จึงสามารถ represent ใน C-BoW เพื่อ input ใน model ได้

- ส่วนบทสนทนาของผู้เรียนที่ได้ Negative Feedback นั้น จะหมายถึง inverse ของ keyword PF & LF ทั้งหมด อันหมายถึงคำที่อยู่นอกเซตของคำตอบที่ได้ PF และ LF ทั้งหมด อันมีมากเป็นอนันต์ ไม่สามารถแสดงใน BoW ธรรมดาได้ ในงานวิจัยนี้จึงใช้วิธี represent คำเหล่านี้ไว้ใน C-BoW เป็นคำพิเศษคำหนึ่งซึ่งเป็นตัวแทนของคำที่อยู่นอก ของ PF & LF ทั้งหมด
- บทสนทนาที่มีลักษณะเป็น Assertion คือเป็นการเริ่มต้นถามจากผู้เรียนเองนั้น จะใช้การดูจากบทสนทนาของผู้เรียนที่ได้ Mode Ex จากผู้สอนเป็นหลัก เนื่องจากมีลักษณะเป็นคำถามที่อยู่นอกเหนือหัวข้อการสอนโดยปกติ

จากแนวทางการดำเนินการหาคำสำคัญข้างต้น ทำให้เราสามารถตัดคำที่ไม่จำเป็นออกไปได้โดยที่ไม่ต้องสนใจกับทุกบทสนทนาของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับบทสนทนาของผู้เรียนที่ได้ Next State เป็น Negative Feedbak ซึ่งอยู่ในเซตคำตอบที่ไม่ถูกต้องที่มีมากมายเป็นอนันต์ ทั้งนี้หลักการเลือก keyword จากบทสนทนาของผู้เรียนนั้น จะต้องทำการกำจัดคำหยุด (Stop word) และยึดคำนามเป็นหลักดังภาพที่ 3.14

ภาพที่ 3.14

การเลือกคำสำคัญโดยใช้ Feedback จากผู้สอนเป็นเกณฑ์

...	Tag By Author (Mode-Subject)	
T: ลองดูตัวเลขที่ จุดแดงชี้อยู่..ลองเดาดูว่าหมายถึงอะไร.. **S1: ระยะ | โฟกัส ??** **S2:** ไม่ | ทราบ | เรย | ค่ะ T: คำตอบคือระยะโฟกัส ถูกแล้วครับ	[Q - Focus] **[Focus]** **[Focus]** [PF - Focus]	***Focus***
T: ลองดูหน่วย..เป็นเท่าไรครับ **S1: เมตร | ร็ | ป่าว | คับ | (m)** **S2:** น่า | จา | 3 **| เมตร |** ค่ะ T: ใช่เลย	[Q - FocusUnit] **[FocusUnit]** **[FocusUnit]** [PF - FocusUnit]	***FocusUnit***
T: แล้ว 3 เมตรในภาพนี้น่าจะหมายถึงระยะทางของอะไร **S1: ระยะ | จาก | ตำแหน่ง | โฟกัส | ถึง | วัตถุ** **S2: ระยะห่าง | ระหว่าง | กล้อง | กับ | วัตถุ |** ร็ | ป่าว | ค่ะ T: ใช่ครับเป็นระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุ	[Q - FocusMean] **[FocusMean]** **[FocusMean]** [PF - FocusMean]	***FocusMean***

3. การสร้างหมวดพิเศษของคำสำคัญ (Keyword Tuning)

จัดหมวดพิเศษของคำสำคัญเพื่อการสร้างโมเดลการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อันได้แก่

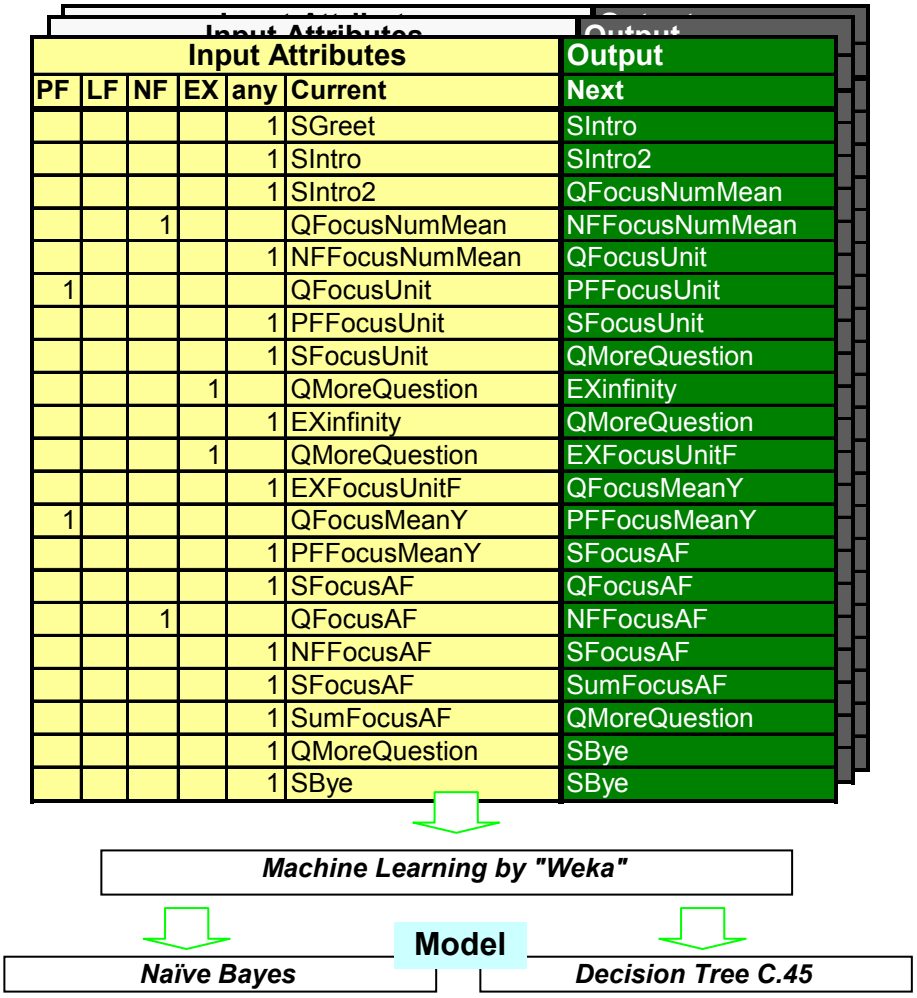
- การทำ Keyword Synonym โดยการนำ Keyword ทั้งหมดมาจัดทำ Synonym เพื่อแสดงใน C-BoW โดยยึดตามคำศัพท์พ้องความหมายในพจนานุกรมเป็นหลัก และจัดเตรียมให้ถูก represent เป็น unit เดียวกันใน BoW
- การกำหนด Unit ชื่อ Inverse PF/LF เป็นเซตของคำที่อยู่นอกกลุ่มของคำตอบที่ถูกต้อง เพื่อรองรับการ represent ใน C-BoW ในการสร้างโมเดลการตัดสินใจ
- การกำหนด Unit ชื่อ any เพื่อรองรับคำจากบทสนทนาของผู้เรียนที่ไม่มีผลต่อทิศทางการสนทนา เช่น การรับคำของผู้เรียนว่า “ครับ”, “ค่ะ”, “อ่อ” เป็นต้น

3.4.4 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจเพื่อเลือกประโยคถัดไปของผู้สอน

สร้างการ represent ข้อมูลบทสนทนาของผู้เรียนผ่าน C-BoW ทีเชื่อมโยงระหว่าง Current State และ Next State ของทุก Log การสอน ดังภาพที่ 3.15 เพื่อนำเข้าไปประมวลผลเรียนรู้(Training) เพื่อสร้างโมเดลการตัดสินใจเลือกใช้บทสนทนาถัดไปของผู้สอน ด้วยโปรแกรม Weka โดยในงานวิจัยนี้จะใช้โมเดลการตัดสินใจในแบบ Decision Tree (C.45) และ Naïve Bayes เพื่อเปรียบเทียบอภิปรายผลที่ได้ต่อไป

ภาพที่ 3.15

การจัดทำข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลการตัดสินใจ



3.5 การวัดผลการทดลอง

3.5.1 การวัดผลความถูกต้องของ Prediction Model

การวัดผลความถูกต้องของสำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้ จะใช้การวัดผลความถูกต้องแบบข้าม (Cross Validation) ของ Prediction Model ที่ได้จาก Naïve Bayes และ Decision Tree ทั้งสองแบบ เพื่อป้องกันปัญหาความโน้มเอียงของข้อมูล(Overfitting) โดยการแบ่งข้อมูลเป็น 10 ชุด และใช้เป็นส่วน Training และ Test สลับกันไปจนครบทุกชุด จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องในแต่ละรอบเป็นค่าความถูกต้องสุดท้าย โดยดูผลจากจำนวนการได้ Output

คือ Next State ที่ตรงกันระหว่างชุดที่ทำการ Train และชุดที่นำมา Test ในแต่ละรอบ ซึ่ง Output นี้คือ State ถัดไป ซึ่งหมายถึงบทสนทนาต่อไปของผู้สอนนั่นเอง สำหรับจำนวน Fold ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะใช้ 10 fold-Cross Validation

3.5.2 การวัดผลเชิงเปรียบเทียบ

เปรียบเทียบผลความถูกต้องที่ได้จากการเรียนรู้แบบ Decision Tree และ Naïve Bayes ทั้งนี้จะวัดผลโดยใช้จำนวนชุดข้อมูลที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ เพื่อวัดผลในแง่ของการวิเคราะห์ว่าการมี Teaching Log ที่มากขึ้นนั้นส่งผลให้ค่าความถูกต้องสูงขึ้นหรือไม่ อย่างไร และเพื่อเป็นการเปรียบเทียบว่าการเรียนรู้ทั้งสองแบบนั้นให้ผลอย่างไรเมื่อจำนวน Teaching Log ที่มากน้อยต่างกัน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการทดลองของงานวิจัยนี้ ได้รวบรวมข้อมูลจากการสอนแบบสนทนาผ่านระบบ Web Chat โดยดำเนินการสอนในเรื่องการโฟกัสของกล้อง โดยผู้สอนคนเดียวกันเป็นจำนวน 15 รอบสอน มีจำนวนผู้เรียนทั้งหมด 30 คน โดยจัดรอบเรียนครั้งละ 2 คน ผลจากการเก็บข้อมูล ได้จำนวน Turn ทั้งหมด 770 Turns เป็น Turn ของผู้สอนจำนวน 344 Turns และของผู้เรียนจำนวน 426 Turns มี Term ที่ใช้ทั้งหมด 5,995 Terms แต่ละรอบสอนใช้เวลาประมาณ 30-40 นาที ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1
ผลการเก็บข้อมูลดิบ

จำนวนผู้เรียน	30 คน
จำนวนผู้สอน	1 คน
จำนวนรอบการสอน	15 ครั้ง / ครั้งละ 2 คน
เวลาในการสอน	30-40 นาที
จำนวน Turn ทั้งหมด	770 Turns
จำนวน Turn ผู้สอน	344 Turns
จำนวน Turn ผู้เรียน	426 Turns
จำนวนคำที่ใช้	5995 คำ

4.2 การทดลอง

เมื่อได้ทำการ Normalize ข้อมูลบันทึกการสอนแล้ว จึงทำการ Tag หัวข้อการสอนและ Dialogue Modeลงไปกำกับข้อมูลการสอนในแต่ละครั้งจนครบทุกครั้ง ซึ่งจากผลของจำนวน Class ที่ได้จากการ Tag คือ 44 Class จาก Class ที่เป็นไปได้ทั้งหมด 133 Class (จากการใช้

หัวข้อการสอน 19 หัวข้อจับคู่กับ 7 Dialogue Mode) ตามตารางที่ 4.2 ซึ่ง Class ของ State ทั้งหมดจำนวน 44 Class มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2

ผลจากการกำหนดป้ายกำกับ

จำนวนหัวข้อการสอน Class	19
จำนวน Dialogue Mode	7
จำนวน Class ที่เป็นไปได้	133
จำนวน Class ที่ได้	44
จำนวน Keyword Class ใน C-Bow	5

ตารางที่ 4.3

Class ที่ได้จากการทำป้ายกำกับ

Class (Topic+Mode)	
EXFocusAF	QFocusAF3
EXFocusUnitF	QFocusMean
EXFstop	QFocusMeanY
EXinfinity	QFocusNum
LFFocusMean	QFocusNumMean
LFFocusNumMean	QFocusNumMean2
NFFocusAF	QFocusNumMean3
NFFocusNumMean	QFocusNumMean4
PFFocusAF	QFocusUnit
PFFocusAF2	Qinfinity
PFFocusAF3	QMoreQuestion
PFFocusMean	SBye
PFFocusMeanY	SFocusAF
PFFocusNum	SFocusUnit
PFFocusNumMean	SGreet
PFFocusNumMean2	SIntro
PFFocusNumMean3	SIntro2
PFFocusNumMean4	SumFocusAF
PFFocusUnit	SumFocusAF2
PFinfinity	SumFocusMean
QFocusAF	SumFocusNum
QFocusAF2	SumFocusNumMean

หลังจากการทำการตัดคำและเลือก Keyword โดยใช้กฎตาม Conditional-BoW โดยเลือกเฉพาะคำที่ได้ PF, LF และ EX จากผู้สอนตามลำดับแล้ว จึงทำการ Represent ข้อมูลเพื่อ

เชื่อมโยงระหว่าง Current State และ C-BoW กับ Next State ตามข้อมูลใน Teaching-Log จากนั้นทำการฝึกฝนและทดสอบหาค่าความถูกต้องในแบบ Cross Validation ซึ่งในการทดลองนี้ใช้การแบ่งจำนวนชุดข้อมูลเป็นจำนวน 10 ชุด และได้ผลการทดลองที่จะได้อภิปรายต่อไป

4.3 สรุปผลการทดลองและอภิปราย

การทดลองสำหรับงานวิจัยนี้ ใช้การแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ใช้ฝึกฝน (Training) และกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ (Test) โดยใช้วิธีการทดสอบแบบข้าม (Cross Validation) ซึ่งวัดได้จากการเลือกบทสนทนาต่อไปของผู้สอน (Next State) ได้ถูกต้องในระหว่างชุดที่ Train และชุดที่ Test โดยข้อมูลชุดที่ใช้ฝึกฝนนั้นจะเป็นตัวสร้าง Model การตัดสินใจ และทำการทดสอบโดยเทียบเอาต์พุต Next Sate ของชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบว่าได้ Next State ตรงกันเป็นเปอร์เซ็นต์เท่าใด โดยมีอินพุตคือกลุ่มคำใน C-Bow ซึ่งแทนบทสนทนาของผู้เรียนและ Current State ซึ่งแทนบทสนทนาของผู้สอนล่าสุดของแต่ละ Turn

ก่อนการนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการทำ Model ทั้งแบบ Naïve Bayes และ Decision Tree(C.45) ได้แบ่งชุดข้อมูลเป็นสามชุดโดยเริ่มจากชุดข้อมูลที่มี 8 รอบการสอน(8 Logs) เพิ่มขึ้นไปจนถึงชุดข้อมูลที่มี 15 รอบการสอน(15 Logs) ทั้งนี้เพื่อประมวลผลเปรียบเทียบว่าจำนวน Log ที่เพิ่มขึ้นนั้นนั้นมีผลต่อค่าความถูกต้องอย่างไร ซึ่งผลทดสอบชี้ให้เห็นว่าจำนวน Log ที่เพิ่มขึ้นนั้นมีผลต่อให้ความถูกต้องสูงขึ้นเช่นกัน ดังผลตามตารางที่ 4.3

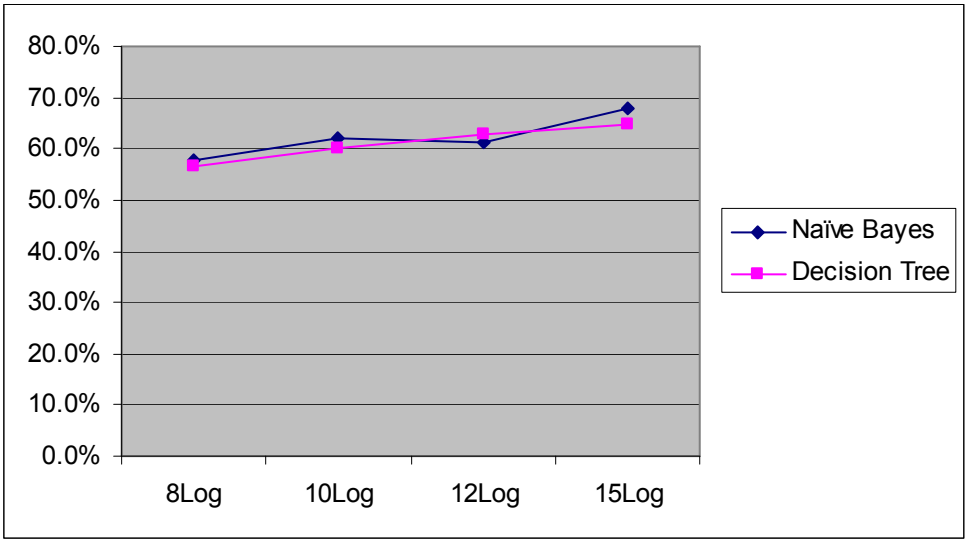
ตารางที่ 4.3

ผลทดสอบเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง

จำนวน Log	Naïve Bayes	Decision Tree(C.45)
8	57.8%	56.5%
10	61.9%	60.0%
12	61.1%	63.0%
15	68.0%	64.7%

กราฟที่ 4.1

ผลทดสอบเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง



จะเห็นได้ว่าการเพิ่ม Log การสอนนั้นมีผลทำให้ค่าความถูกต้องสูงขึ้น จาก Prediction Model ทั้งสองแบบ โดย Naïve Bayes ให้ค่าความถูกต้องสูงกว่า Decision Tree(C.45) เล็กน้อย และผลจากกราฟที่ 4.1 นั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อข้อมูลมีจำนวน 12 Log นั้น ค่าความถูกต้องกลับลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากข้อมูลการสอนที่นำมาประมวลผลเพิ่มขึ้น 2 ชุด(จากเดิม 10 ชุด) มี Pattern ของการสนทนาที่แตกต่างจาก 10 Log แรกจึงทำให้ ค่าความถูกต้องลดลง แต่หลังจากเพิ่ม Log การประมวลผลมาเป็น 15 Log แล้วจะเห็นได้ว่า ค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้นในลักษณะเดิม

ถ้าพิจารณาจากการสอนแบบสนทนาที่มักจะมีกระบวนการสอนหรือลำดับการสนทนาที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเป็นผู้สอนคนเดียวกัน หากเราตั้งสมมติฐานไว้ว่าการสอนของผู้สอนท่านนี้มีอยู่ 15 รูปแบบ นั่นหมายความว่า Log ที่มีมากกว่า 15 ครั้งจะช่วยยืนยัน Pattern ที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วให้มีค่าสูงขึ้น แต่จะไม่ได้ Pattern ใหม่ ดังนั้นเราสามารถอนุมานได้ว่าการเก็บ Log ครั้งถัดไปจะเป็น 1 ใน 15 แบบที่เก็บมาแล้ว ดังนั้นเราสามารถที่จะจำลองเพิ่มจำนวน Log การสอน เพื่อตรวจสอบผลที่ได้ โดยการสุ่มนำข้อมูลจาก Log เดิมมาเพิ่มจำนวน Log เพื่อการทดสอบได้ ซึ่งผลที่ได้มีค่าตามตารางที่ 4.4

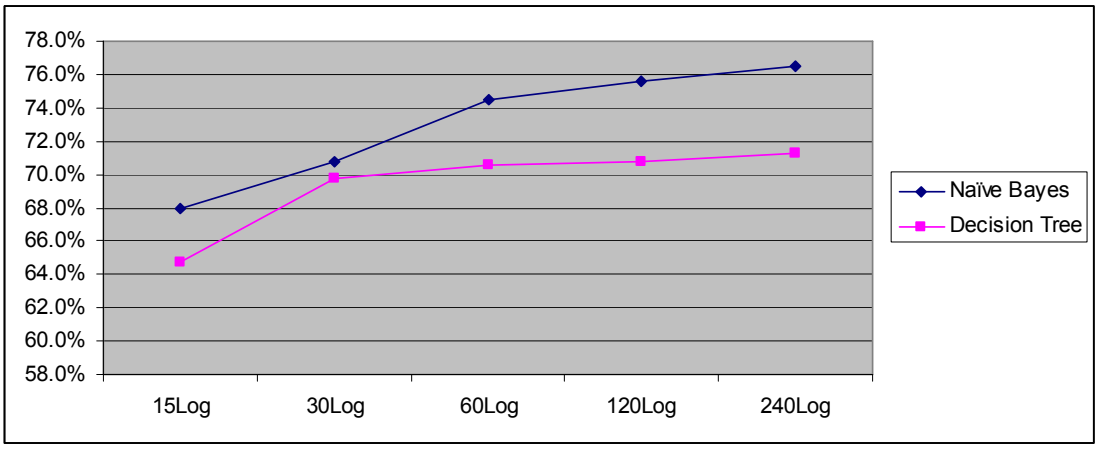
ตารางที่ 4.4

ผลทดสอบเปรียบเทียบค่าความถูกต้องเมื่อเพิ่มจำนวน Log

จำนวน Log	Naïve Bayes	Decision Tree(C.45)
15(real)	68.0%	64.7%
30(simulated)	70.8%	69.8%
60(simulated)	74.5%	70.6%
120(simulated)	75.6%	70.8%
240(simulated)	76.5%	71.3%

กราฟที่ 4.2

ผลทดสอบเปรียบเทียบค่าความถูกต้องเมื่อเพิ่มจำนวน Log



จะเห็นได้ว่าการเพิ่มจำนวนของ Training set นั้นมีผลทำให้ค่าความถูกต้องสูงขึ้น โดยเฉพาะใน Model แบบ Naïve Bayes ทั้งนี้เนื่องมาจาก เมื่อจำนวน Log เพิ่มขึ้นแต่อยู่ใน Pattern 1 ใน 15 แบบเช่นเดิม กระบวนการของ Naïve Bayes นั้นย่อมจะได้รับค่าความน่าจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันเพิ่มขึ้นจนมีผลทำให้ค่าทางเลือกชัดเจนยิ่งขึ้น ส่วน Decision Tree นั้น ค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่า Naïve Bayes นั้น เนื่องมาจากกระบวนการ Pruning ที่ทำการตัดส่วนที่มีผลต่อการตัดสินใจน้อยออกไปแม้จำนวนข้อมูลจะมากขึ้นก็ตาม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการสร้างระบบการสอนแบบสนทนา โดยการเลียนแบบผู้สอนในภาษาไทย โดยใช้บันทึกการสอน (Teaching Log) มาดำเนินการประมวลผลด้วยการประมวลผลภาษาธรรมชาติและทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่องสองทฤษฎีคือ Naïve Bayes และ Decision Tree เพื่อหา Model ในการตัดสินใจเลือกใช้บทสนทนาในแต่ละ turn ของผู้สอน โดยมีอินพุตคือ บทสนทนาของผู้เรียนและหัวข้อการสอนในขณะนั้นเป็นสำคัญ จากการศึกษาค้นคว้าและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ สามารถสรุปผลการวิจัยและนำเสนอข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจพัฒนางานวิจัยต่อไป โดยมีเนื้อหาดังนี้

5.1 การสรุปผลงานวิจัย

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือการเสนอกระบวนการเพื่อพัฒนาระบบการสอนแบบสนทนาในลักษณะที่เลียนแบบผู้สอนคนใดคนหนึ่ง โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่องประมวลผลข้อมูลของการสนทนาในการสอนจริงหลายๆ ครั้ง เพื่อหา model ที่ทำให้ระบบสามารถจำลองการตัดสินใจเลือกบทสนทนาของผู้สอนท่านนั้นได้ ซึ่งการกระทำดังนี้ในแง่ของการประมวลผลข้อมูลสนทนานั้น ถือได้ว่าเป็นการพยายามสร้างระบบการสอนแบบสนทนาจาก Dialogue Corpus Based โดยตรง อันถือได้ว่าเป็นการสร้างระบบการสอนสนทนาที่เป็นเป้าหมายหนึ่งของของผู้พัฒนาระบบสอนเสริมอัจฉริยะทั่วไป ที่ต้องการสร้างระบบการสอนอันเป็นอิสระต่อเนื้อหาวิชา

ในการประมวลผลข้อมูลการสอนแบบสนทนาที่เสนอในงานวิจัยนี้ อาศัยวิธีการใช้ธรรมชาติของข้อมูลแบบสนทนาที่มีลักษณะสืบเนื่องกันไปตามหัวข้อการสอน โดยเฉพาะการสอนแบบสนทนาในเชิงถามตอบนั้น มีส่วนที่เป็น Pattern ที่ค่อนข้างแน่นอน คือการถามนำและรอคำตอบ ส่วนของความหลากหลายของการสนทนานั้นมักจะเริ่มมาจากคำตอบของผู้เรียน

จากการที่ธรรมชาติของข้อมูลการสนทนาเรียงกันไปตามหัวข้อการสอน ในงานวิจัยนี้จึงเสนอการใช้วิธีการ Tag หัวข้อการสอนและ Dialogue Mode เพื่อกำกับในแต่ละ turn โดยมนุษย์ ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยใดที่สามารถสร้างระบบการสอนจาก Dialogue Corpus Based ได้โดยตรง ซึ่งการ Tag หัวข้อการสอนลงไปโดยผู้สอนนี้สามารถทำได้โดยง่าย

เพราะข้อมูลสนทนามีลักษณะเรียงตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับการพัฒนาระบบการสอนแบบสนทนาอื่นๆ ที่ใช้ Authoring Tools เป็นหลัก ซึ่งใช้เวลาและทรัพยากรมากกว่า การ Tag นี้จะมีผลให้ข้อมูลถูกจัดกลุ่มโดยปริยาย โดยเฉพาะถือเป็นการแบ่งกลุ่มบทสนทนาของผู้สอน โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้การ Tag นี้ในการแทน State ของการสนทนา โดยถือว่าการสอนแบบสนทนาคือการเคลื่อนตัวจากบทสนทนาหนึ่งไปสู่อีกบทสนทนาหนึ่งจนถึงเป้าหมายคือ State สุดท้าย โดยมีบทสนทนาของผู้เรียนเป็นปัจจัยผลักดันที่สำคัญ

การ Tag ถือเป็นการจัดกลุ่มบทสนทนาของผู้สอน ส่วนการแทนบทสนทนาของผู้เรียนนั้นในงานวิจัยนี้ได้ใช้ C-BoW(Conditional BoW) เพื่อจัดกลุ่มคำของผู้เรียนอย่างมีการรับรู้ความหมายและลดจำนวนคำที่เป็น keyword ได้เป็นอย่างดี ถือเป็นการคัดกรองคำและจัดกลุ่มคำของบทสนทนาที่ผู้เรียนกล่าว โดยอาศัยพื้นฐานธรรมชาติของข้อมูลการสอนแบบสนทนาในเชิงถามตอบ ที่มักใช้คำตอบของผู้เรียนในการตัดสินใจเลือกบทสนทนาต่อไปของผู้สอน จึงได้จัดเซตในการรองรับคำตอบของผู้เรียนในแต่ละหัวข้อ คือ กลุ่มคำที่ถูก / ใกล้เคียง / ผิด โดยตัดสินได้จาก Tag ที่เป็น FeedBack ของผู้สอน (PF,LF และ NF) ในการเลือกคำเข้าสู่แต่ละเซต นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังได้เสนอการใช้กฎเพื่อรับรู้ความหมายเชิงปฏิเสธอีกด้วย

การ Represent ข้อมูลเพื่อฝึกฝน(Train) และสร้างโมเดลในการตัดสินใจเลือกบทสนทนาของผู้สอนนั้น ได้ใช้ข้อมูลอินพุตคือ Current State หรือบทสนทนาล่าสุดของผู้สอนและ C-BoW หรือบทสนทนาของผู้เรียน และเรียนรู้ว่าผู้สอนกล่าวบทสนทนาใดต่อไป ซึ่งก็คือ Next State นั่นเอง โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่องสองทฤษฎีในการเรียนรู้ข้อมูล คือ Naïve Bayes และ Decision Tree เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างการเรียนรู้ทั้งสองแบบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร โดยใช้วิธีการวัดผลความถูกต้องแบบข้าม (Cross Validation)

สำหรับผลของการทดลองที่ได้ จากการรวบรวมข้อมูลการสอน 15 ครั้ง จำนวนนักเรียน 30 คน ผ่านระบบ WebChat ซึ่งได้กลุ่มบทสนทนาของผู้สอน 44 กลุ่ม และได้ Keyword ที่ใช้ 5 เซตใน C-BoW จากบทสนทนาทั้งหมด 770 turns และจำนวนคำทั้งหมด 5,995 คำ หลังจากนำมาฝึกฝนและทดสอบแบบทั้งในแบบ Naïve Bayes และ Decision Tree แล้วปรากฏว่า Naïve Bayes และ Decision Tree นั้นให้ค่าความถูกต้องที่ใกล้เคียงกัน โดย Naïve Bayes ให้ค่าความถูกต้องที่ดีกว่าเล็กน้อย และทั้งสองโมเดลยังคงให้ค่าความถูกต้องที่สูงขึ้นเมื่อจำนวน Log มากขึ้นตามลำดับ นั่นคือจาก 68.0% (เมื่อมีจำนวน Log ในการ Train 15 Log) ไปถึง 76.5% (เมื่อมีจำนวน Log ในการ Train 240 Log) ใน model ที่ได้จาก Naïve Bayes และจาก 64.7% ไปจนถึง 71.3% ใน model ที่ได้จาก Decision Tree ซึ่งค่าที่ถูกต้องสูงขึ้นนี้บ่งชี้ได้ว่ากระบวนการ

สอนแบบสนทนาของผู้สอนคนเดียวกันนั้นหากมีรูปแบบการสอนที่ไม่หลากหลายเกินไปจะยิ่งได้โมเดลที่ดียิ่งขึ้น และการสร้าง Prediction model ของระบบการสอนแบบสนทนานั้น การใช้ Naïve Bayes จะให้ค่าความถูกต้องที่ดีกว่า Decision Tree

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า การประมวลผลข้อมูลการสนทนานั้นขึ้นอยู่กับการจัดกลุ่มบทสนทนาของผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วิธีแบบกึ่งอัตโนมัติ กล่าวคือให้ผู้สอนเป็นผู้ทำการ Tag หัวข้อการสอน วิธีนี้แม้จะง่ายเมื่อเทียบกับการสร้างระบบการสอนแบบสนทนาที่ใช้ Authoring Tools โดยทั่วไป แต่จะไม่เหมาะสมเมื่อมี Teaching Log เป็นจำนวนมาก ดังนั้น งานวิจัยต่อไปควรเพิ่มการ Tag แบบอัตโนมัติ โดยประยุกต์ใช้กระบวนการทาง Semi-Supervised Learning มาช่วยลดขั้นตอนในการ Tag ได้เป็นอย่างดี

รายการอ้างอิง

1. รายงานการประชุมทางวิชาการ

Arthur C. Graesser, Fellow, IEEE, Patrick Chipman, Brian C. Haynes, and Andrew Olney. AutoTutor: An Intelligent Tutoring System With Mixed-Initiative Dialogue, IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 48, NO. 4, pp 612-618, NOVEMBER 2005.

Arthur C. Graesser, Kurt VanLehn, Carolyn P. Rosé, Pamela W. Jordan, and Derek Harter. Intelligent Tutoring Systems with Conversational Dialogue. AI Magazine Volume 22 Number 4, pp.39-51 (2001).

Boyer, K. E., Ha, E. Y., Phillips, R., Wallis, M. D., Vouk, M. A., and Lester, J. C. 2009. Inferring tutorial dialogue structure with hidden Markov modeling. In Proceedings of the Fourth Workshop on innovative Use of NLP For Building Educational Applications (Boulder, Colorado, June 05 - 05, 2009).

Cade, W., Copeland, J., Person, N., and D'Mello, S. 2008. Dialog modes in expert tutoring. Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent Tutoring Systems: 470-479.

Helander, T. K. Landauer, P. Prabhu (Eds), Elsevier Science B. V. Handbook of Human-Computer Interaction, Second, Completely Revised Edition in M. Elsevier Science B. V., Chapter 37, 1997.

Siriwan Suebnukarn, Peter Haddawy. A Collaborative Intelligent Tutoring System for Medical Problem-Based Learning., 2004 ACM

Pamela W. Jordan and Kurt VanLehn. Discourse Processing for Explanatory Essays in Tutorial Applications. Proceedings of the Third SIGdial Workshop, pp. 74-83, July 2002.

Woo, C.W., Evens, M.W., Freedman, R., Glass, M., Shim, L.S., Zhang, Y., Zhou, Y., Michael, J. An intelligent tutoring system that generates a natural language dialogue using dynamic multi-level planning, Artificial Intelligence in Medicine, 38 (1), pp. 25-46, 2006.

2. **วิทยานิพนธ์**

กมลวรรณ โพธิ์สาย. (2552). การวิเคราะห์หาความหมายแฝงและการเรียนรู้เครื่องจักรสำหรับระบบถามตอบอัตโนมัติภาษาไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ทศพล วงศ์ศรีไพศาล. (2551). การใช้กฎในระบบตอบคำถามภาษาไทยสำหรับทดสอบการอ่านเพื่อความเข้าใจ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

3. เอกสารอื่นๆ

บุญเสริม กิจศิริกุล. (2548). ปัญญาประดิษฐ์ เอกสารคำสอนวิชา 2110654 เวอร์ชัน 1.0.2, คณะวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ตัวอย่างบันทึกการสอนและการทำป้ายกำกับ (Tagging)

Log No.	Dialogue	Mode	Topic	Class
Log 1	สวัสดีครับ นักเรียนทุกท่าน	S	Greet	SGreet
	สวัสดีคับ			
	ครับ			
	วันนี้ลองมาดู เรื่องของการหาโฟกัสกันว่ากล้องทำงานอย่างไร ลองเปิดภาพที่ 4	S	Intro	SIntro
	อันนี้เป็นเลนส์แบบที่ ต้องหมุนหาโฟกัสเอง ใช้ทำความเข้าใจเรื่องการหาโฟกัสได้ดี	S	Intro2	SIntro2
	ลองดูตรงจุดแดง ชี้ไปที่เลขอะไร	Q	FocusNum	QFocusNum
	3			
	คับ 3			
	ถูกต้องครับ	PF	FocusNum	PFFocusNum
	เลข 3 นี้มีหน่วยเป็นอะไรครับ	Q	FocusUnit	QFocusUnit
	3 เมตร			
	ถูกต้องครับ	PF	FocusUnit	PFFocusUnit
	ทราบไหมครับว่าค่า 3 เมตรนี้หมายถึงอะไร	Q	FocusNumMean	QFocusNumMean
	ไม่อะคับ			
	ระยะห่างจากกล้อง			
	ถ้าตอบให้ชัดเจน คือระยะโฟกัสนั่นเองครับ	LF	FocusNumMean	LFFocusNumMean
	ดังนั้นที่เรา บอกว่าเราหาโฟกัส นั่นคือเราหาระยะห่างของวัตถุกับกล้องนั่นเองครับ	Sum	FocusMean	SumFocusMean
	มีคำถามนิดนึงว่า..ถ้าเราใช้ระบบ autofocus โฟกัสวัตถุที่ 3 เมตร แล้วหันไปถ่ายอีกวัตถุหนึ่งที่ อยู่ห่างจากกล้อง 3 เมตรเท่ากัน โดยที่ไม่ได้โฟกัสภาพใหม่จะได้ภาพที่ชัดหรือไม่ครับ	Q	FocusAF	QFocusAF
	ชัดคับ			
	ไม่ชัดคับ			
	ถูกต้อง คำตอบคือชัดครับ เพราะวัตถุอยู่ห่างจากกล้องเท่ากัน	PF	FocusAF	PFFocusAF
	คับ			
	มีคำถามใดเพิ่มเติมไหมครับ	Q	MoreQuestion	QMoreQuestion
	ไม่มีแล้วคับ			
	ไม่มีคับ			
	หวังว่าคงเข้าใจ ระบบการโฟกัสของกล้องได้มากกว่าเดิมนะครับ	S	Bye	SBye
	ครับ			
	คับ เป็นประโยชน์มากคับ			
	ขอบคุณครับ จั้นจบการเรียนเท่านี้ครับผม	S	Bye	SBye
Log 2	สวัสดีครับ นักเรียน..	S	Greet	SGreet
	สวัสดีค่ะ			
	สวัสดีค่ะ			
	วันนี้ เราลองมาดูเรื่องการหาโฟกัสกันนะครับว่าคืออะไร ลองเปิดภาพที่ 4 ครับ	S	Intro	SIntro
	เป็นเลนส์แบบที่ต้องหมุนหาโฟกัสเอง	S	Intro2	SIntro2
	คะ			
	ลองดูตรงจุดแดงว่าชี้ไปที่เลขอะไร	Q	FocusNum	QFocusNum
	3			

	3			
	ถูกต้องครับ	PF	FocusNum	PFFocusNum
	แล้วเลข 3 นี้มีความหมายอย่างไรครับ	Q	FocusNumMean	QFocusNumMean
	ไม่ทราบคะ			
	ซูม 3 เท่ามั้งคะ			
	ไม่ใช่ครับ หมายถึงวัตถุที่ จะถ่ายอยู่ห่าง 3 เมตร	NF	FocusNumMean	NFFocusNumMean
	อ้อ			
	อืมๆ			
	ดังนั้นการหา โฟกัสคือการหาระยะห่างของ...กล้องกับวัตถุนั่นเอง	Sum	FocusMean	SumFocusMean
	อืมๆ			
	สงสัยตรงไหนไหมครับ	Q	MoreQuestion	QMoreQuestion
	ไม่ค่ะ			
	ไม่			
	หลังเลข 10 มีเครื่องหมายอะไร ทราบไหมครับ	Q	infinity	Qinfinity
	อินฟินิตี้			
	ไกลกว่า10เมตร			
	ถูกต้องครับ ถ้าโฟกัสวัตถุที่อยู่ไกลมากๆ ต้องหมุนไปที่นี่	PF	infinity	PFinfinity
	คะ			
	..ถ้าเราใช้ระบบ autofocus โฟกัสวัตถุที่ 3 เมตร แล้วหันไปถ่ายอีกวัตถุหนึ่งที่อยู่ห่างจากกล้อง	Q	FocusAF	QFocusAF
	ชัดค่ะ			
	น่าจะชัดคะ เพราะระยะห่างเท่ากัน			
	ถูกต้องเลยครับ ..การหาโฟกัสคือการหาระยะห่างนั่นเอง	PF	FocusAF	PFFocusAF
	ยังสงสัยตรงไหมครับ	Q	MoreQuestion	QMoreQuestion
	ไม่ค่ะ			
	ไม่มีคะ			
	หวังว่าคงเข้าใจ ระบบการโฟกัสของกล้องได้มากกว่าเดิมนะครับ	S	Bye	SBye
	ค่ะ			
	ขอบคุณครับ งั้นจบการเรียนเท่านี้ครับผม	S	Bye	SBye
Log 3	สวัสดีครับ นักเรียน..	S	Greet	SGreet
	สวัสดีค่ะ			
	สวัสดีค่ะ			
	วันนี้ ลองมาดูเรื่องการหาโฟกัสกันว่าคืออะไร ลองเปิดภาพที่ 4 ครับ	S	Intro	SIntro
	เปิดแล้วค่ะ			
	ค่ะ			
	เป็นเลนส์แบบที่ต้องหมุนหาโฟกัสเอง ใช้ทำความเข้าใจเรื่องการหาโฟกัสได้ดี	S	Intro2	SIntro2
	ค่ะ เคยเห็นเพื่อนใช้อยู่			
	เคยเห็นค่ะ แต่ว่าใช้ไม่เป็นค่ะ			
	ลองดูตัวเลขที่จุดแดงชี้อยู่หมายถึงอะไร พอทราบไหม	Q	FocusNumMean	QFocusNumMean
	คิดว่าคงเกี่ยวกับระยะของวัตถุ แต่ไม่แน่ใจค่ะ			
	ระยะห่าง ระหว่างเลนส์สองชิ้นรึเปล่าคะ			
	ไม่ถูกครับ	NF	FocusNumMean	NFFocusNumMean
	ลองดูที่หน่วยด้านหลัง..	Q	FocusUnit	QFocusUnit
	หน่วยเป็นเมตร (m) คิดว่าน่าจะระยะห่างวัตถุกับเลนส์ค่ะ			
	ถูกต้องเลยครับ	PF	FocusUnit	PFFocusUnit
	ถ้าหมุนไปที่ 3 m ก็คือชัดที่ 3 เมตร	S	FocusUnit	SFocusUnit

	ค่ะ			
	อ๋อ...			
	มีคำถามเพิ่มเติมไหมครับ	Q	MoreQuestion	QMoreQuestion
	แล้วเครื่องหมายสุดท้ายใช่ infinity รึป่าวคะ			
	ใช่ครับ ถ้าวัตถุอยู่ไกลมากให้หมุนโฟกัสไปที่ตำแหน่งนี้	EX	infinity	EXinfinity
	ค่ะ			
	ค่ะ			
	ยังสงสัยตรงไหนเพิ่มเติมอีกไหมครับ	Q	MoreQuestion	QMoreQuestion
	แล้วตัวเลขสีเหลืองที่คั่นตรงกลางคืออะไรคะ			
	ระยะห่างที่มีหน่วยเป็นฟุตครับ	EX	FocusUnitF	EXFocusUnitF
	ค่ะ			
	เข้าใจละ			
	งั้นสรุปได้ว่า การหาโฟกัสคือการหาระยะห่างระหว่างวัตถุกับกล้องใช่หรือไม่ครับ	Q	FocusMeanY	QFocusMeanY
	คิดว่าใช่ค่ะ			
	น่าจะใช่นะคะ			
	ใช่เลยครับ ..	PF	FocusMeanY	PFFocusMeanY
	ค่ะ			
	การหาโฟกัสแบบอัตโนมัติก็อยู่ในหลักการเดียวกันเพียงแต่ไม่ต้องหมุนหาระยะโฟกัสเอง แต่มีระบบกล้องทำงานให้	S	FocusAF	SFocusAF
	ค่ะ			
	ค่ะ			
	ขอถามหน่อยครับ..ถ้าเราใช้ ระบบ autofocus โฟกัสวัตถุที่ 3 เมตร แล้วหันไปถ่ายอีกวัตถุหนึ่ง ที่อยู่ห่างจากกล้อง 3 เมตรเท่ากัน จะได้ภาพที่ชัดหรือไม่ครับ	Q	FocusAF	QFocusAF
	ไม่น่าจะชัดนะคะ เพราะวัตถุขนาดไม่เท่ากัน			
	ไม่แน่เสมอไปค่ะ คิดว่าต้องดูจากองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมด้วยค่ะ			
	ยังไม่ถูกครับ	NF	FocusAF	NFFocusAF
	ตามที่เรารู้เมื่อสักครู่ว่าการหาโฟกัสคือการหาระยะห่างของวัตถุกับจากกล้อง	S	FocusAF	SFocusAF
	ค่ะ			
	ใช่ค่ะ			
	ดังนั้น คำตอบของคำถามนี้คือชัดเท่ากัน เพราะวัตถุอยู่ห่างจากกล้องเท่ากันครับ	Sum	FocusAF	SumFocusAF
	ค่ะ			
	ค่ะ			
	ยังสงสัยตรงไหนอีกไหมครับ	Q	MoreQuestion	QMoreQuestion
	ไม่สงสัยแล้วค่ะ			
	ไม่มีแล้วค่ะ			
	เข้าใจเรื่องกล้องมากขึ้นค่ะ			
	ใช่ค่ะ			
	หวังว่าคงเข้าใจ ระบบการโฟกัสของกล้องได้มากกว่าเดิมนะครับ	S	Bye	SBye
	ค่ะ			
	ค่ะ			
	เข้าใจเยอะขึ้น เลยค่ะ			
	ได้ข้อมูลมาก ขึ้นด้วยค่ะ			
	ขอบคุณครับ งั้นจบการเรียนเท่านี้ครับผม	S	Bye	SBye

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นายรัชพงศ์ ตันติภัณฑรักษ์
วันเดือนปีเกิด	วันจันทร์ที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516
วุฒิการศึกษา	บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ
(ตั้งแต่ระดับปริญญาตรี)	คณะบริหารธุรกิจ
	มหาวิทยาลัยรังสิต
	ปีการศึกษา 2538
ผลงานทางวิชาการ	เสนอผลงานและร่วมการประชุมทางวิชาการ
	Human Tutor Imitation in Tutorial Dialogue System by
	Teaching-Log, 2010, 33rd Electrical Engineering
	Conference (EECON 33)