



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ผู้ช่วยสอนอัตโนมัติสำหรับวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Automatic Tutor for the Subject of Computer Programming

โดย ศศ. ดร. ณัฐนาถ เหมือนสุวรรณ และคณะ

(กรกฎาคม 2548)

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ผู้ช่วยสอนอัตโนมัติสำหรับวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Automatic Tutor for the Subject of Computer Programming

โดย

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. ผศ.ดร.ณัฐนาถ เหมือนสุวรรณ | ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าธนบุรี |
| 2. รศ.ดร.บุญเจริญ ศิริเนาวกุล | ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าธนบุรี |

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (ทบวงมหาวิทยาลัย เดิม) และสำนักงานกองทุน

สนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยโครงการเรื่องผู้ช่วยสอนอัตโนมัติสำหรับวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ได้สนับสนุนทุนพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยของอาจารย์รุ่นใหม่ประจำปี 2546 แก่คณะผู้วิจัย ทุนวิจัยดังกล่าวได้ช่วยให้การดำเนินงานวิจัยเป็นไปได้อย่างราบรื่น และเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นเพื่อการพัฒนาสาขาวิชาทางด้านนี้ต่อไปในอนาคต

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้วิจัยและพัฒนาระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติสำหรับวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เน้นที่การออกแบบโปรแกรม (program design) และการแก้ปัญหา (problem solving) โดยใช้หลักการประมวลผลภาษาธรรมชาติในการสื่อสารกับผู้เรียน และผนวกเทคนิคการสอนต่างๆ ให้กับผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ ซึ่งเป็นเทคนิคการสอนที่ได้จากการศึกษาตัวอย่างการสอนของผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ ผลที่ได้รับจากงานวิจัยชิ้นนี้คือระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบสองทางที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ

Abstract

This research project studied and developed intelligent tutoring systems for the subject of computer programming. The systems focus on helping the learners learn via program design and problem solving. Natural language processing techniques are used in the interface to interact with the learners. The systems are incorporated with tutoring strategies acquired from human tutoring corpus. The output of this research project includes intelligent tutoring systems which can be used to as computer support for collaborative learning.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	3
บทคัดย่อภาษาไทย	4
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	5
Executive Summary	7
เนื้อหางานวิจัย	
1. บทนำ	10
2. วิธีการดำเนินการวิจัย	11
2.1 Database Preparation	11
2.2 Design and Implementation	11
2.2.1 ส่วนประมวลผลอินพุตในระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติแบบสนทนาได้ตอบ	12
2.2.2 ส่วนสร้างภาษาในระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติแบบสนทนาได้ตอบ	13
2.3 การสำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นต่อการใช้ระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ	15
3. ข้อวิจารณ์	16
3.1 ภาษาที่รองรับในส่วนติดต่อกับผู้ใช้	16
3.2 ขอบเขตและความสามารถของโปรแกรม	16
4. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	16
เอกสารอ้างอิง	17
Output ที่ได้จากโครงการ	18
ภาคผนวก	19

Executive Summary

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันผู้ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยนักศึกษาในการเรียนรู้และเข้าใจวิชาที่ยากและมีความซับซ้อน หรือ วิชาที่ต้องมีการฝึกหัดการใช้งานจนชำนาญ เช่น วิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ผู้ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพมีจำนวนไม่มากนัก ทำให้นักศึกษาที่มีความต้องการผู้ช่วยสอนอาจจะไม่ได้รับความช่วยเหลือ โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะสร้างผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ คือผู้ช่วยสอนในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนามาจาก ความรู้ความชำนาญและเทคนิคการสอนของผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีโครงสร้างของระบบผู้ช่วยสอน อัตโนมัติตามทฤษฎีการวางแผนการเรียนการสอนให้เข้ากับผู้เรียน นอกจากนี้โครงการวิจัยชิ้นนี้ยังแก้ปัญหาเฉพาะที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือปัญหาการออกแบบโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ (program design) และการพยายามแก้โจทย์ปัญหา (problem solving) ด้วยตนเองของผู้เรียน งานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นการ พัฒนาระบบการเรียนรู้แบบสองทางที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ (computer-supported collaborative learning)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างโปรแกรมผู้ช่วยสอนอัตโนมัติที่สื่อสาร ได้ตอบโต้กับผู้เรียน สำหรับวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปใช้ทดแทน หรือเสริมความต้องการผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ โดยระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติจะช่วย tutor นักศึกษาในการแก้โจทย์ปัญหาการเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อน และต้องอาศัย program design ระบบผู้ช่วยสอนจะโต้ตอบกับนักศึกษา โดยการอธิบายคำตอบที่นักศึกษาทำผิด และบอกถึงการแก้ปัญหาโดยนัย เป็นต้น

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เริ่มต้นจากการสร้างองค์ความรู้ที่จะสอนให้กับนักศึกษา และเชื่อมโยงกับการสร้างคำถามเพื่อทดสอบ ความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา จากนั้นได้ทำการศึกษาและรวบรวมเทคนิคการสอนวิชาการเขียนโปรแกรม คอมพิวเตอร์ จากการสอนของผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ โดยคำนึงถึงเรื่องของ high-level program planning เมื่อรวบรวม ฐานข้อมูลขององค์ความรู้ได้แล้วจึงทำการวิจัยและพัฒนา tutoring system ที่มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ชัดเจนและใช้งาน ง่าย ในระยะที่สองของการวิจัย ได้เน้นการศึกษาและวิจัยเรื่องการนำเทคนิคการสอนจากผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์มาใช้ ในระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ และได้ทำการทดสอบ แก้ไขและปรับปรุงเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. แผนการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

ปีที่ 1 รวบรวมข้อมูล เนื้อหาวิชา เทคนิคการสอน การออกแบบโปรแกรม ศึกษาโครงสร้างของแต่ละ module ของระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ	
เดือนที่ 1-6	สร้างองค์ความรู้ของวิชาการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดโจทย์ที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาเป็น problems หลักๆในระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ
เดือนที่ 7-12	ศึกษาและรวบรวมเทคนิคการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจการออกแบบโปรแกรม สร้างฐานความรู้ในส่วน of เทคนิคการสอน ศึกษาโครงสร้างของแต่ละ module ของระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ พัฒนา prototype และเขียนบทความทางวิชาการ
ปีที่ 2 พัฒนาระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ ผนวกเทคนิคการสอนของผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขระบบ	
เดือนที่ 13-18	พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ ที่สามารถประมวลผลอินพุต และสร้างบทสนทนาได้ตอบ เชื่อมโยงกับเทคนิคการสอนแบบต่างๆ
เดือนที่ 19-24	ทดสอบระบบ โดยให้ผู้เรียนทดลองใช้และทดสอบความคิดเห็นของผู้ใช้ แก้ไข และปรับปรุงระบบเขียนบทความทางวิชาการ

5. ผลงาน/หัวข้อเรื่องที่คาดว่าจะตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติในแต่ละปี

ปีที่ 1: ชื่อเรื่องที่คาดว่าจะตีพิมพ์: Knowledge Acquisition for Intelligent Tutoring System

ชื่อวารสารที่คาดว่าจะตีพิมพ์: INTERNATIONAL JOURNAL OF SOFTWARE ENGINEERING & KNOWLEDGE ENGINEERING

ปีที่ 2: ชื่อเรื่องที่คาดว่าจะตีพิมพ์: Role of Natural Language Processing and Tutoring Strategies in an Intelligent Tutoring System

ชื่อวารสารที่คาดว่าจะตีพิมพ์: Learning and Instruction (impact factor 1.3)

6. งบประมาณโครงการ

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	รวม
1. หมวดค่าตอบแทน			
- ค่าตอบแทนหัวหน้าโครงการ	120,000	120,000	240,000
2. หมวดค่าวัสดุ			
- วัสดุคอมพิวเตอร์	30,000	30,000	60,000
- วัสดุสำนักงาน	7,500	7,500	15,000
- ค่าเช่าและหนังสือ	10,000	10,000	20,000
3. หมวดค่าใช้สอย			
- ค่าถ่ายเอกสาร	4,000	4,000	8,000
- ค่าจ้างเก็บและป้อนข้อมูล	18,000	18,000	36,000
- ค่าจัดทำรายงานและเอกสาร	10,500	10,500	21,000
รวมงบประมาณโครงการ	200,000	200,000	400,000

เนื้อหางานวิจัย

1. บทนำ

ในปัจจุบันผู้ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยนักศึกษาในการเรียนรู้และเข้าใจวิชาที่ยากและมีความซับซ้อน หรือวิชาที่ต้องมีการฝึกหัดการใช้งานจนชำนาญ (Cohen et al., 1982; Bloom, 1984) เช่น วิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ผู้ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพหาได้ไม่มากนัก ทำให้นักศึกษาที่มีความต้องการผู้ช่วยสอนอาจจะไม่ได้รับความช่วยเหลือ เนื่องจากผู้ช่วยสอนมีไม่เพียงพอ โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะสร้างผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ คือผู้ช่วยสอนในรูปของคอมพิวเตอร์ (Computer Tutor) ซึ่งจะเป็นระบบที่พัฒนามาจากความรู้ความชำนาญและเทคนิคการสอนของผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ (Grasser et al., 1999) ผู้ช่วยสอนอัตโนมัติจะสื่อสารกับผู้ใช้ที่เป็นนักศึกษา เพื่ออธิบายเกี่ยวกับโจทย์ หรือคำถามจากเนื้อหาตามหลักสูตร ทำการประมวลผลอินพุตที่ได้จากนักศึกษา และผู้ช่วยสอนจะสร้างบทสนทนาเพื่อโต้ตอบกับนักศึกษา อธิบายแนวทางแก้ปัญหา

ในมหาวิทยาลัยต่างประเทศหลายแห่ง ได้มีการทดลองสร้างและพัฒนา ระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ ได้แก่ โครงการ ANIMATE ซึ่งสร้างและพัฒนาโดย Nathan et al. (1992) และเป็นโครงการที่เน้นการนำเทคนิคการสอนมารวบรวมไว้ในระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ และโครงการ AUTO TUTOR ซึ่งสร้างและพัฒนาโดย Grasser et al., 1998 และ Wiemer-Hastings et al., 1998 ซึ่งเป็นโครงการที่เน้นการจำลองแบบจากผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ และการประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักศึกษา

ในการออกแบบระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัตินั้นจำเป็นต้องมีความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยประเมินได้จาก การแก้โจทย์ของนักศึกษา คำถามที่นักศึกษาลง (Anderson et al., 1995; Ohlsson, 1986) นอกจากนี้ในการสื่อสารระหว่างผู้ช่วยสอนกับผู้เรียน การสร้างความเข้าใจให้ตรงกันก็เป็นเรื่องที่สำคัญ (Clark, 1996; Roschelle, 1992; Schober, 1995) และบทสนทณาระหว่างผู้ช่วยสอนกับผู้เรียนที่ไหลลื่น ไม่ติดขัด ก็จะช่วยให้ tutoring session มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ระเบียบวิธีวิจัยของโครงการนี้ เริ่มจากการศึกษาและรวบรวมเทคนิคการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ ศึกษากระบวนการคิดและการเรียนรู้ของนักศึกษา (cognitive model) ทบทวนเอกสารทางด้านการสร้างและพัฒนา ระบบ Conversational Agent และสรุป modules ต่างๆ ของ Agent ที่จะต้องสร้างขึ้น สร้างฐานข้อมูลของโจทย์ และคำตอบ รวมทั้งคำอธิบายการเขียนโปรแกรม นำเทคนิคของผู้ช่วยสอน และเทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติเข้าไปประกอบ

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยชิ้นนี้คือ ความรู้ความชำนาญเพิ่มเติมของคณะนักวิจัยจากการทำวิจัยทางด้านระบบคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการเรียนการสอน การริเริ่มสร้างระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติที่จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาที่ต้องเรียน

และฝึกฝนวิชาดังกล่าว รวมถึงผู้สนใจการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป เพื่อช่วยในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในระบบ E-learning ที่สมบูรณ์แบบ จะต้องประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหาเพื่อให้ผู้ที่เรียนได้เรียนรู้ (learning content) และส่วนที่เป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนรู้มา (assessment/testing) ทั้งนี้ ระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติจะเข้ามามีบทบาทในส่วนของการวัดความสามารถในเชิงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน โดยเข้าไปเสริมความรู้ หรืออธิบายโจทย์ ปัญหา หรือเนื้อหาส่วนที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจเท่าที่ควร ในงานวิจัยชิ้นนี้ ได้มุ่งเน้นการ interact ระหว่างระบบผู้ช่วยสอนและผู้เรียน โดยผ่านโจทย์ปัญหาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นหลัก

การดำเนินงานวิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักๆ ดังต่อไปนี้

- Database Preparation: การเตรียมฐานข้อมูล
- Design and Implementation: การออกแบบโปรแกรมและการทำให้เกิดผล

2.1 Database Preparation

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินงานในส่วนของการเตรียมฐานข้อมูลซึ่งประกอบด้วย โจทย์ปัญหาการเขียนโปรแกรม คำเฉลย คำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับโจทย์และคำอธิบายเทคนิควิธีการเขียนโปรแกรม และเทคนิคการสอนของผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ ดังต่อไปนี้

- รวบรวมโจทย์ปัญหาการเขียนโปรแกรมที่สามารถประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม และคำเฉลย รวมถึงคำอธิบายที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ
- เก็บข้อมูลซึ่งได้แก่บทสนทนาใน tutoring session ของผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์กับผู้เรียน
- รวบรวมเทคนิคที่ผู้ช่วยสอนใช้ในการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- เตรียมแบบฝึกหัดการเขียนโปรแกรม ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดการเขียนโปรแกรม และวิเคราะห์ความผิดพลาดในคำตอบของนักศึกษา (error analysis)
- วิเคราะห์คำที่บ่งบอกวาทะ (discourse markers) ที่ปรากฏอยู่ในบทสนทนายระหว่างผู้ช่วยสอนกับผู้เรียน

2.2 Design and Implementation

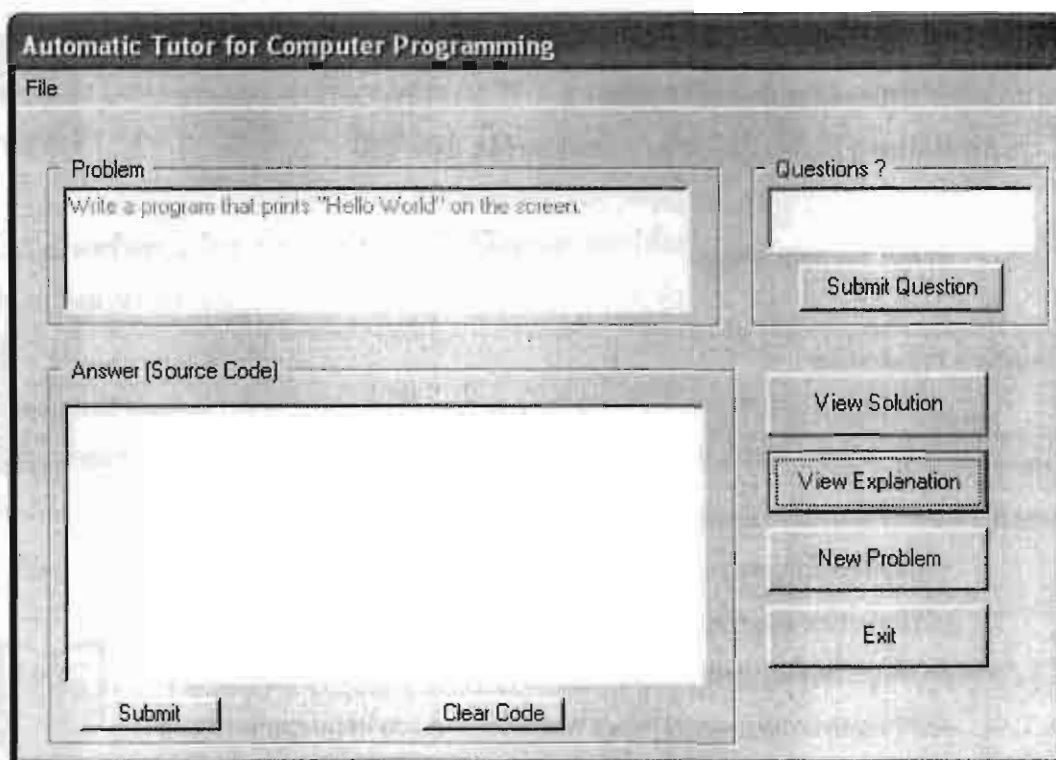
ในส่วนของการออกแบบโปรแกรม และการทำให้เกิดผล (Design and Implementation) นั้น มีหลักการและขั้นตอนดังต่อไปนี้ ระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติแบบสนทนาโต้ตอบจะช่วยผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์การเขียนโปรแกรม โดยผู้เรียนจะต้องแก้ปัญหา (problem statement) ที่ระบบถาม ถ้าโจทย์ดังกล่าวต้องการให้

เขียนโปรแกรม ผู้เรียนจะต้องเขียน source code และส่ง source code ดังกล่าวไปคอมไพล์ ผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ จะทำงานเมื่อ

- 1) เมื่อพบจุดที่ผิดในคำตอบของผู้เรียน
- 2) เมื่อผู้เรียนถามคำถาม

สำหรับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นใน source code นั้นหมายถึงรวมถึง กรณีที่ผู้เรียนไม่ได้ใช้วิธีการที่โจทย์ระบุในการแก้ปัญหาโจทย์ แม้ว่า source code อาจจะคอมไพล์ผ่านก็ตาม

รูปที่ 1 แสดงส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (user interface) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนได้ตอบกับระบบอย่างไร



รูปที่ 1 User Interface of the system

ส่วนของระบบที่ทำหน้าที่ tutoring ประกอบด้วยส่วนประมวลผลสองส่วนด้วยกัน ได้แก่ 1) ส่วนประมวลผลอินพุต และ 2) ส่วนสร้างภาษา เพื่อสร้างคำอธิบาย และ ตอบคำถามที่นักศึกษาถาม รายละเอียดของส่วนประมวลผลทั้งสองส่วนมีดังต่อไปนี้

2.2.1 ส่วนประมวลผลอินพุตในระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติแบบสนทนาได้ตอบ

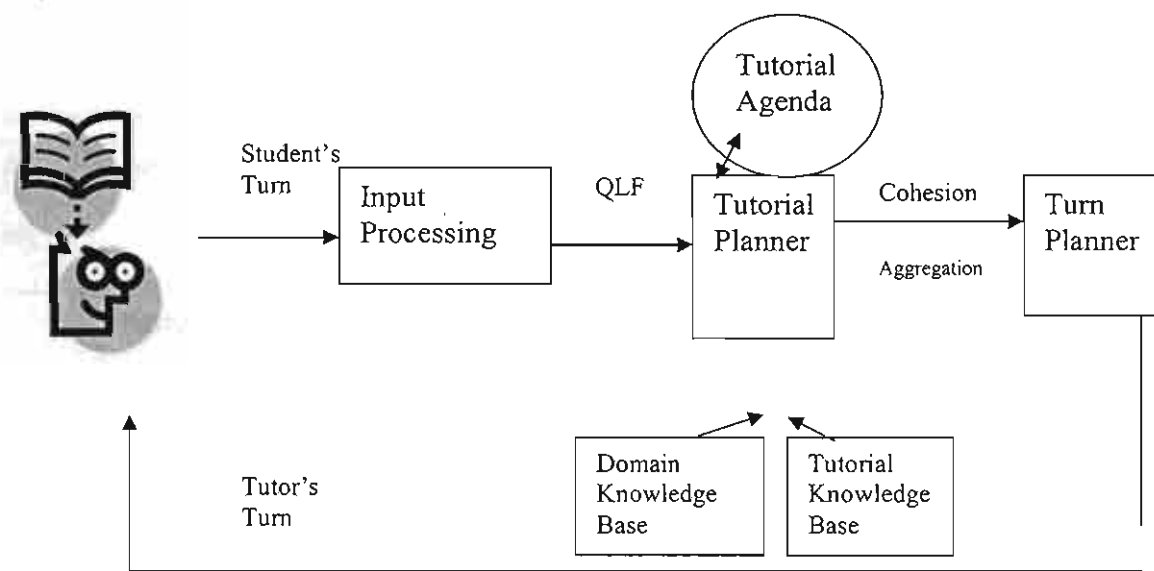
เพื่อให้ระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติใช้งานได้อย่างกว้างขวาง สำหรับนักศึกษาทั้งในหลักสูตรปกติและหลักสูตรนานาชาติ จึงได้ออกแบบระบบให้สามารถรับภาษาอังกฤษได้ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ แต่ปัญหาสำคัญที่พบใน

การประมวลผลอินพุตจากผู้เรียนคือ ทำอย่างไรจึงจะสามารถประมวลผลอินพุตที่เป็นประโยคที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ จากที่ได้สำรวจคำถามที่ผู้เรียนมักจะถามผู้ช่วยสอน พบว่าคำถามมักจะมีลักษณะเป็น วลีสั้นๆ และตรงประเด็น และไม่ใช้ประโยคที่สมบูรณ์ ซึ่งจะเข้าใจได้ก็ต่อเมื่ออาศัยบริบท (context) และภาวะพื้นหลัง (background)

แต่เพื่อให้ระบบผู้ช่วยสอนสามารถใช้งานได้จริงในทางปฏิบัติ จึงต้องประมวลผลประโยคเหล่านี้ให้ได้ คณะผู้วิจัยจึงได้ใช้หลักไวยากรณ์แบบ unification ในการสร้าง quick parser ที่จะ เปลี่ยน input strings ให้เป็น Quasi-Logical Forms (QLF) ทั้งนี้ QLF คือส่วนแสดงความหมายทางอรรถศาสตร์ ในรูปแบบของ function/argument ที่มีการนำไปใช้อย่างมากในงานประมวลผลภาษาธรรมชาติ และการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (Rayner, 1997) quick parser จะประมวลผลอินพุต โดยดึงภาคแสดง และภาคประธาน/กรรม และ question words จาก input strings โดยจะใช้ question words เป็น keys ในการสร้างคำตอบจากฐานข้อมูล

2.2.2 ส่วนสร้างภาษาในระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติแบบสนทนาโต้ตอบ

ส่วนสร้างภาษาในระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ ทำหน้าที่ 2 อย่าง ด้วยกัน หน้าที่แรกคือ สร้างคำอธิบายโจทย์ (ผู้เรียนจะสามารถดูคำอธิบายดังกล่าวได้เมื่อเลือก View Explanation) ซึ่งจะเป็นคำอธิบายที่ต่างจากคำอธิบายในตำรา หรือ textbook เนื่องจากได้รวมเอา tutorial techniques เข้าไว้ในคำอธิบายดังกล่าวเพื่อให้เป็นคำอธิบายที่เข้าใจง่ายและให้ผู้เรียนเข้าใจได้อย่างตรงประเด็น ส่วนที่สองจะเป็นส่วนที่สร้างคำตอบเพื่อโต้ตอบกับคำถามที่ผู้เรียนถาม ทั้งนี้ ส่วนสร้างคำตอบมีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2: Architecture for Response Generation in ITS

จากรูป Student's turn และ tutor's turn ในที่นี้หมายถึงการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนและผู้ช่วยสอน โดยผู้เรียนอาจตั้งคำถามจากโจทย์ในกรณีที่ไม่เข้าใจ ส่วนประมวลผลอินพุตก็จะทำการประมวลผลอินพุตดังกล่าวและเก็บไว้ในรูปของ QLF ดังที่กล่าวข้างต้น Domain Knowledge Base คือเนื้อหาวิชาการเขียนโปรแกรม Tutorial Knowledge Base เป็น ฐานข้อมูลที่รวบรวมเทคนิค และรูปแบบการ tutoring ซึ่งได้จากการ วิเคราะห์คลังข้อมูล tutoring ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนที่เป็นมนุษย์

Tutorial Planner และ Turn Planner ทำงานร่วมกันเพื่อสร้าง tutoring texts โดย Tutorial Planner รับอินพุตมาจาก Domain Knowledge Base และ Tutorial Knowledge Base เลือกเป้าหมายการเรียนรู้ที่เหมาะสม และ วาง agenda สำหรับ การโต้ตอบ ส่วน Turn Planner รวบรวมสิ่งที่ผู้ช่วยสอนต้องการจะสื่อ และพิจารณาเรื่องความต่อเนื่องของบทสนทนา ก่อนที่จะสร้าง text ออกมาแสดงในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ยกตัวอย่างเช่น เนื้อหาของวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใน Domain Knowledge Base อาจอยู่ในรูปต่อไปนี้

Iterative solution of Fibonacci number

- calculate f_0 and f_1
- calculate f_2 from f_0 and f_1
- calculate f_3 from f_2 and f_1

Figure 3: Explanation as in Domain Knowledge Base

แต่เมื่อผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์อธิบายเนื้อหาดังกล่าว คำอธิบายของผู้ช่วยสอนจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

First you calculate f_0 and f_1 , then calculate f_2 from these, then f_3 from f_2 and f_1 , and so on.

Figure 4: Explanations incorporated with natural language processing techniques

เพื่อให้คำอธิบายหรือบทสนทนาที่สร้างโดยระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติมีความต่อเนื่อง ไม่ติดขัด และดูเป็นธรรมชาติดังเช่นข้างต้น ในการนำเนื้อหาจาก Domain Knowledge Base มาอธิบาย จึงได้นำเทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติหลายประการมาใช้ในระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ ได้แก่ การใช้คำสรรพนามในการเรียกคู่สนทนาที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลายและไม่เป็นทางการเกินไปนัก และ การใช้สรรพนามแทนคำนามที่มาข้างหน้า เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้คำซ้ำซ้อน และการใช้คำที่บอกรวาม (discourse markers) ได้แก่ then, and, and so on เพื่อให้คำอธิบายและเนื้อหาสาระฟังดูต่อเนื่อง

2.3 การสำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นต่อการใช้ระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ

เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นที่การพัฒนาแบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติที่สามารถทดแทนผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ได้ในอนาคต จึงให้ความสำคัญกับความเป็นธรรมชาติ (naturalness) ในการติดต่อสื่อสาร (interaction) ระหว่างระบบและผู้เรียน ความเป็นธรรมชาติดังกล่าวสามารถผนวกเข้าไปใน prototype ของระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติได้โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติดังที่ระบุข้างต้น ด้วยเหตุนี้ ในการประเมินความสามารถของระบบ (system evaluation) จึงเน้นที่การประเมินแบบ internal evaluation ซึ่งหมายถึงการประเมินเฉพาะส่วนของระบบเท่านั้น ในที่นี้ ได้สำรวจความคิดเห็นในส่วนของการสร้างคำอธิบายที่เป็นภาษาธรรมชาติ

วิธีการสำรวจได้ดำเนินการโดย ให้นักศึกษาที่ต้องเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นวิชาบังคับ จำนวน 5 คน ทดลองใช้ระบบ prototype ผู้ช่วยสอนอัตโนมัติที่สร้างขึ้น และทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับคำอธิบาย (Explanations) ที่ระบบสร้างขึ้น หลังจากการทดลองใช้ระบบดังกล่าว โดยในระบบ prototype ดังกล่าวจะนำเสนอคำอธิบาย (View Explanations) 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 เป็นคำอธิบายที่ดึงมาจาก Domain Knowledge Base โดยไม่เปลี่ยนแปลง (ดังตัวอย่างใน Figure 3) และรูปแบบที่ 2 เป็นคำอธิบายที่ดึงมาจาก Domain Knowledge Base ผนวกด้วยเทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติ โดยเลียนแบบจากพฤติกรรมของผู้สอนที่เป็นมนุษย์ (Figure 4) ผลจากการสำรวจปรากฏดังในตารางข้างล่าง

ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อคำอธิบายรูปแบบที่ 1 และ 2 ที่สร้างขึ้น โดยระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ	จำนวนนักศึกษา	เหตุผล
ไม่แตกต่าง	1	ต้องการคำอธิบายรูปแบบอื่นนอกเหนือไปจากนี้
พอใจคำอธิบายรูปแบบที่ 1 มากกว่า	2	เหมือนกับลักษณะคำอธิบายในหนังสือเรียน, มี bullets
พอใจคำอธิบายรูปแบบที่ 2 มากกว่า	2	ฟังดูเป็นกันเอง

ตารางที่ 1: ผลการสำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติ (Internal Evaluation)

จากผลในตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่า นักศึกษาไม่ได้มีความพอใจคำอธิบายรูปแบบที่ 2 มากกว่าอย่างที่คาดไว้ แต่ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้โดยรวมยังไม่มีที่น่าสนใจเท่าที่ควร เพราะระบบยัง

ไม่ได้สร้าง animated character ที่จะเป็น tutor ผีงเข้าไปในระบบ คาดว่าในอนาคตหากมี character ดังกล่าว ประกอบกับการใช้เทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติในการอธิบาย น่าจะทำให้คำอธิบายของระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติมีความเป็นธรรมชาติ ทำให้ผู้ใช้รู้สึกสนใจในการใช้ระบบมากยิ่งขึ้น

3. ข้อวิจารณ์

3.1 ภาษาที่รองรับในส่วนติดต่อกับผู้ใช้

เนื่องจากคำสั่งในการเขียนโปรแกรมจะเป็นภาษาอังกฤษ ดังนั้น ภาษาที่รองรับในส่วนติดต่อกับผู้ใช้จึงควรเป็นภาษาอังกฤษด้วย เพื่อป้องกันปัญหาและความยุ่งยากในการ parse และคอมไพล์คำตอบจากนักศึกษา สิ่งนี้เป็นสิ่งที่ค้นพบในขณะ ออกแบบและ implement โปรแกรม ซึ่งทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงจากข้อเสนอเริ่มต้นของงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ดี การที่ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้รองรับภาษาอังกฤษทำให้ ระบบนี้สามารถใช้งานได้กว้างขวางขึ้นดังที่ระบุข้างต้น

3.2 ขอบเขตและความสามารถของโปรแกรม

จากการสังเกตวิธีการเรียนรู้ของนักศึกษาใน tutoring session ได้ค้นพบว่า นักศึกษาจะเรียนรู้และเข้าใจการเขียนโปรแกรมได้ดีขึ้นจากการทำแบบฝึกหัด และถ้าทำผิดพลาด ผู้ช่วยสอนจะนำข้อผิดพลาดนั้นมาอธิบายจากข้อมูลนี้จึงได้นำมาออกแบบระบบผู้ช่วยสอนที่ช่วยให้นักศึกษาเรียนจากการทำแบบฝึกหัด อีกนัยหนึ่งคือ ใช้แบบฝึกหัดเป็นจุดตั้งต้นของระบบ และทำให้เกิด collaborative learning โดยผู้เรียนได้ตอบกับระบบจนสามารถเข้าใจและทำแบบฝึกหัดการเขียนโปรแกรมได้

ณ ปัจจุบันนี้ โปรแกรมมีความสามารถในเชิงรับ (responsive) คือตอบในสิ่งที่นักศึกษาถาม และให้ feedback ที่เป็นการแก้คำตอบที่ผิด (remediation) แต่รูปแบบของ feedback ที่ให้ยังคงมีอยู่อย่างจำกัด และ tutorial planning ยังเป็นแบบที่ไม่ซับซ้อนมากนัก ดังนั้น หากต้องการให้ระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติมีความสามารถเชิงรุก (take initiatives) มากกว่านี้ จำเป็นที่จะต้องทำการค้นคว้าและวิจัยเพิ่มเติมต่อไป

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติแบบทสนทนาได้ตอบที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ โดยใช้เทคนิคที่รวบรวมมาจากผู้ช่วยสอนที่เป็นมนุษย์ และเทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติ เพื่อให้การติดต่อระหว่างระบบผู้ช่วยสอนกับผู้เรียนเป็นไปอย่างสะดวก และเป็นธรรมชาติ ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ประโยชน์จากระบบผู้ช่วยสอนที่เลียนแบบพฤติกรรมของผู้ช่วยสอนจริงที่เป็นมนุษย์ ในอนาคต หากมีการพัฒนาระบบผู้ช่วยสอนอัตโนมัติต่อ ก็สามารถทำได้ในแง่ของการทำให้ระบบเป็น platform ที่ general มากขึ้น และไม่ขึ้นกับวิชา (subject independent) รวมถึงให้ระบบเป็นผู้ตั้งคำถาม และริเริ่มการสนทนามากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ช่างไม้, พรประภา. (2002). คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษา C ฉบับผู้เริ่มต้น. นนทบุรี: อินโฟเพรส.
- ศิรชนากุล, ไพโรจน์, เกียรติโกมล, ไพบุลย์ และ แยมพินิจ, เสกสรรค์. การออกแบบและการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนสำหรับ e-learning. (2003). กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K.R., & Pelletier, R. (1995). Cognitive Tutors: Lessons Learned. *Journal of Learning Science* 4, 167-207.
- Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher* 13, 4-16.
- Clark, H. H. (1996). *Using language*, Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Cohen, P. A., Kulik, J. A., & Kulik, C. C. (1982). Educational outcomes of tutoring: A meta-analysis of findings. *American Educational Research Journal* 19, 237-248.
- Graesser, A. C., Franklin, S., Wiemer-Hastings, P., & the Tutoring Research Group (1998). In: Simulation smooth tutorial dialog with pedagogical value. *Proceedings of the American Association of Artificial Intelligence*, AAAI Press, Menlo Park, CA, pp. 163-167.
- Graesser, A. C., Wiemer-Hastings, K., Wiemer-Hastings, P., Kreuz, R., & the Tutoring Research Group (1999). AutoTutor: A simulation of a human tutor. *Journal of Cognitive Systems Research* 1, 35-51.
- Iqbal, A., Oppermann, R., Patel, A., and Kinshuk. (1999). A Classification of Evaluation Methods for Intelligent Tutoring Systems. *Software Ergonomie '99 – Design von Informationswelten*, B. G. Teubner Stuttgart, Leipzig, 169-181.
- Nathan, J. J., Kintsch, W., & Young, E. (1992). A theory of word algebra problem comprehension and its implications for the design of learning environments. *Cognition and Instruction* 9, 329-389.
- Ohlsson, S. (1986). Some principles of intelligent tutoring. *Instructional Science* 14, 293-326.
- Rayner, M. and Carter, D.M. (1997). Hybrid language processing in the spoken language translator. In *Proceedings of ICASSP-97*, Munich.
- Roschelle, J. (1992). Learning by collaboration: Convergent conceptual change. *Journal of Learning Sciences* 2, 235-276.
- Schober, M. F. (1995). Speakers, addressees, and frames of reference: Whose effort is minimized in conversations about locations? *Discourse Processes* 20, 219-247.
- Wiemer-Hastings, P., Graesser, A. C., Harter, D., & the Tutoring Research Group (1998). The foundations and architecture of Auto Tutor. *Proceedings of the 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 334-343). Berlin: Springer.

Output ที่ได้จากโครงการ

Software

1. Automatic Tutor for Computer Programming
2. Tutor Program for Fibonacci problem
3. Tutor Program for Hailstone Series problem

Journal

1. N. Muansuwan, P. Thepruangchai, and B. Sirinaovakul, Knowledge Acquisition for Intelligent Tutoring System, *International Journal of Software Engineering & Knowledge Engineering*, Submission.
2. N. Muansuwan and B. Sirinaovakul, Role of Natural Language Processing and Tutoring Strategies in a Dialogue-Based Tutoring System , *Learning & Instruction*, Submission.

Conference

2. N. Muansuwan and B. Sirinaovakul. 2004. Intelligent dialogue-based tutoring for the subject of computer programming. In *Proceedings of the 4th Global Congress on Engineering Education*, 5-9 July 2004, Bangkok, Thailand, pp. 184-186.

ภาคผนวก

(manuscript)

Knowledge Acquisition for Intelligent Tutoring System

Nuttanart Muansuwan, Pasavon Thepruangchai, Booncharoen Sirinaovakul

Computer Engineering Department, King Mongkut's University of Technology Thonburi
91 Moo 1 Pracha-uthit Road, Bangmod, Thung Kru, Bangkok 10140 Thailand

Abstract

This paper presents the study of the aspect of information in the domain of Computer Programming subject in order to construct the knowledge acquisition and tutoring system. The semantic relations are applied in this project for knowledge base construction, concerning the semantic relations among concepts in the domain. Possible categories of semantic relations and their associations in C-Programming are proposed. The structure of knowledge base is designed to support the knowledge inference engine and the tutoring system. The knowledge base is applied to the tutoring system for question construction.

Keywords: Knowledge Base / Knowledge Acquisition / Tutoring System /
Semantic Relation / Concept / Computer Programming

1. Problem Description and Proposed Work

Knowledge acquisition is the system that extracts knowledge from the given information. After acquiring knowledge and collecting it in a knowledge base, we apply the knowledge base for the tutoring system. The tutoring system is a system constructed to help student to understand the lesson by self-learning. Generally, tutoring system covers the process to give explanations on concepts that may confuse students, to construct questions to test student understanding about concepts and also to check and remediate the answers. In this paper, we will focus on the question construction part of the tutoring system for C-programming. We will build a knowledge base starting from finding and classifying all possible categories of the semantic relations between concepts in C-Programming domain. Then, we will apply the knowledge base for the tutoring system of C-Programming, particularly in the question generation and the knowledge inference process.

2. Literature Review

Witbrock et al. (2002) proposes Cyc knowledge acquisition system which engages a user in a natural language dialogue. At first, the work describes the general processes of knowledge acquisition system, such as parsers (pre-processing) and post-processing. Users input knowledge into the system via the user interaction module. After that, the system may ask some questions back to the user. The questions could be to confirm on possible collections or class of the input concept, which is predicted by the system, in order to link new knowledge to the existing one. Also, this work proposes some semantic relations between concepts. Schulz(2002) describes semantic relations in the medical domain. This work presents three main kinds of relations, which are "isa", "part