

## Abstract

### Computer Assisted Instruction

*Warin Rasamiphrom*

Deals with "Computer Assisted Instruction" (CAI) or in other words "Computer Based Education" (CBE) or "Computer Assisted Learning" (CAL) which is the method of utilizing computer system in instructional education. Analyzes CAI in terms of hardware, software, computer literacy, and research. Distinguishes two systems of *hardware*, noting "Time Sharing System" which consists of central processing unit and input-output equipment, and "Microcomputer" which comprises input-output equipment and memory. Indicates that *software* of CAI has the same principle as "Program Instruction" of Skinner and "Teaching Machine" of Pressley but emphasizing on individualization. Describes *computer literacy* in terms of program language of CAI which is not so complicated as basic language but anyway it is still quite difficult to draw a good program. Concludes with consideration on *research* by discovering that "Drill and Practice" is the good method for instruction while foreign language is the most efficient subject.

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ดร. วารินทร์ รัตมีพรหม\*

คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน นอกจากจะเรียกว่า CAI (Computer Assisted Instruction) แล้ว อาจเรียกว่า CBE (Computer Based Education) หรือ CAL (Computer Assisted Learning) ก็ได้

ซึ่งทั้งหมดก็มีความหมายเดียวกันคือ การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนนั่นเอง

เรื่องของ CAI นี้ ผู้เขียนขอแยกกล่าวเป็นส่วน ๆ ดังนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์ (Hardware)
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software)
- ภาษาคอมพิวเตอร์ (Computer Literacy)
- การวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ (Research)

ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์หรือ *Hardware* ที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้นแยกได้เป็นสองระบบ คือ

1. Time Sharing System เป็นระบบที่ใช้เวลาร่วมกัน จะมีศูนย์กลางใหญ่เก็บข้อมูลไว้ และมีสาขา (Terminals) แยกออกไปมี Network ที่กว้างขวางมาก ระบบนี้มีมานานแล้ว และใช้ในวงการอื่นมาก่อนที่จะนำมาใช้ในวงการศึกษากลับได้ว่า CAI เริ่มในราวปี ค.ศ. 1960 กว่าระบบ CAI แบบที่รู้จักแพร่หลายมี IBM 1401 มีศูนย์กลางที่ University of Texas

PLATO System " University of Illinois

GE 645 " General Electric Co.

และ RCA/Instructional System 70 อยู่ตามสถาบันการศึกษาหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา

CAI แบบ Time-Sharing System นี้เมื่อมองในด้าน Hardware เราแบ่งออกได้เป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ

\*ดร. วารินทร์ รัตมีพรหม อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ก. CPU (Central Processing Unit) เป็นหน่วยกลางที่ทำงานในคำณภาษา การแปลความหมายซึ่งเป็นเครื่อง Electronic ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องคือ Silicon chip ที่ประกอบกันเป็นวงจรซับซ้อน เป็นเรื่องยุ่งยากเกินกว่าที่ผู้ไม่ได้มีความรู้ในคำณนี้จะเข้าใจได้ ในศูนย์กลางนี้จะมีหน่วยเก็บความจำ (Memory) ที่เรียกว่า PERM Storage ตัวเลขหน่วยของความจำใช้อักษร K ซึ่งมีค่าเท่ากับหนึ่งพันคำ (1,000 bytes)

ข. Input-Output Equipment ถ้ามองในด้านการศึกษาจะหมายถึงการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ (Student-Computer Interface) แต่ในด้าน Hardware ก็คงจะมีองค์ประกอบสองอย่างที่สำคัญ คือ

- Display หมายถึงตัว CRT (Cathode Ray Tube) อยู่ในเครื่อง Monitor หรือเครื่องรับโทรทัศน์ที่ใช้เป็น Monitor ที่แสดง (Display) รายการของ CAI นั้นออกมาให้ผู้เรียน อาจถือได้ว่าเป็นสิ่งเร้า (Stimulus)

- Response หมายถึงตัว Keyboard ที่มีรูปร่างคล้ายแทนพิมพ์คัต ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ผู้เรียนจะทำการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นได้ องค์ประกอบทั้งสองนี้ (Display-Response) เราเรียกได้ว่าเป็น Input-Output Equipment ซึ่งโยงไปยัง CPU ที่อาจอยู่ห่างออกไปหลายร้อยไมล์ เมื่อต้องการจะเรียกใช้หรือเรียน โปรแกรมที่ต้องการก็จะมีเลขรหัสที่เรียกใช้ได้จาก CPU (Central Processing Unit)

สำหรับความหมายของ Interface ในปัจจุบันมักใช้กันในความหมายถึง Acoustic Couple หรืออาจเรียกว่า Modem ก็ได้ อีกด้วย ซึ่งโยงระหว่างเครื่องรับ (Monitor) กับ Keyboard Interface นี้ อาจเพิ่มกำลังให้สูงขึ้นได้เรียกกันว่า Expansion Interface

การเก็บความจำ (Memory) นั้น อาจเก็บไว้ใน Cartridge, Cassett หรือ Disk ก็ได้แล้วแต่แบบหรือชนิดของ Computer ที่บริษัทผู้ผลิตจะดำเนินการผลิตขึ้น Computer ระบบ Time Sharing System นี้เมื่อ 20 ปีก่อนมีราคาเป็นสิบล้านเหรียญขึ้นไป แต่ในปัจจุบันตกลงถึง 180 เท่า ทั้งนี้เพราะ Silicon chip ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของวงจรใน CPU ซึ่งเคยมีราคาถึงหน่วยละสิบล้านเหรียญนั้นลดลงเหลือเพียง 15 เซนต์ แต่ถึงอย่างไรระบบ Time-Sharing System นี้ก็ยังมีราคาสูงกว่า Microcomputer เพราะกว้างขวาง ซับซ้อน และมี Memory มากกว่า ระบบ Time-Sharing System ของ CAI ที่มีชื่อเสียงมากในสหรัฐอเมริกา คือ PLATO System ซึ่งดำเนินการโดย Computer-Based Education Research Laboratory ของมหาวิทยาลัย Illinois

PLATO ประกอบด้วยศูนย์กลางที่มีสาขา (Terminals) เชื่อมโยงมากมาย ใช้กันแพร่หลายมากในโรงเรียนประถม มัธยม วิทยาลัย มหาวิทยาลัย สถานที่รัฐบาล และธุรกิจ Terminals จะต่อกับศูนย์กลางด้วยสายโทรศัพท์ PLATO มีความสามารถสูงเราสามารถวาดภาพ และเขียนไดอะแกรมหรือกราฟลงไปได้ด้วย ผู้ใช้สามารถโต้ตอบผ่านคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้อื่น ถ้าเราทราบเลขรหัสประจำตัวเขา ซึ่งอาจอยู่ห่างไกลออกไปได้ทันทีทันใด ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียน โดยเรียกบทเรียนก่อนหน้ากลับมาได้ภายในเสี้ยววินาที และผู้ใช้คอมพิวเตอร์อาจใช้ Terminals ได้มากมายหลาย Terminals ในเวลาเดียวกัน เพราะการส่งข้อมูลจากศูนย์กลางไปยัง Terminals นั้นใช้เวลาเพียงเศษหนึ่งส่วนพันของวินาที อาจเป็นเพราะเหตุนี้ เราจึงเรียก Computer ที่มีระบบแบบนี้ว่า Time-Sharing System

2. Microcomputer เป็นระบบที่สำเร็จรูปในตัวของมันเองคือมีรวมทั้ง Input-Output Equipment และ Memory แต่ความสามารถของ Memory จะน้อยกว่า Time-Sharing System ความจำของ Microcomputer โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 4K ถึง 64K ระบบ Microcomputer ที่มีชื่อเสียงในสหรัฐอเมริกาขณะนี้

1. TPS-80
2. Apple
3. C4D
4. Atari

ราคาของ Microcomputer ในสหรัฐอเมริกามีตั้งแต่ \$ 399 ไปจนถึง \$ 4,000 ซึ่งราคาสูงต่ำขึ้นอยู่กับความสามารถของความจำ (Memory) Microcomputer ที่มีราคา \$ 1,000 ก็อาจนำมาใช้ในโรงเรียนได้ เพราะ Microcomputer ราคาขนาดนี้จะมี khả năngเก็บความจำได้ราว 32K และรวมอุปกรณ์อื่นเช่น CRT, monitor เบบิ้นคีย์และเครื่องพิมพ์ขนาดเล็กด้วย ปัจจุบันได้มีการนำเอาโทรทัศน์และเคเบิลโทรทัศน์ (Cable Television) มาต่อเข้ากับเครื่อง Microcomputer เพื่อโยงไปยังศูนย์คอมพิวเตอร์ใหญ่ เรียกกันว่า TEL-CATCH เป็นการเรียกใช้โปรแกรมจากศูนย์คอมพิวเตอร์ใหญ่ได้ด้วย ผู้ใช้ Microcomputer จะเรียกใช้โปรแกรม โดยเพียงกดปุ่มโทรทัศน์ตามสัญญาณ (Signal) ที่วางไว้ ภาพจะส่งออกมาทาง Channel ของเครื่องรับโทรทัศน์และสามารถใช้ Keyboard ได้ต่อการเรียนรู้จากโปรแกรมนั้นได้ ซึ่งทำให้คล้ายคลึงกับระบบ Time-Sharing System เข้าไปอีก

เป็นที่น่าแปลกใจว่า บริษัทใหญ่ ๆ ที่ผลิต Computer เช่น IBM, Burroughs, Sperry-Univac ไม่ผลิต Microcomputer เลย

ในปัจจุบันสหรัฐอเมริกา มี Microcomputer ใช้ในโรงเรียนประถม และมัธยม ถึง 200,000 Units และคาดว่าจะในปี 1985 จะมีเพิ่มขึ้นเป็น 1,000,000 Units นั่นคือเพิ่มถึง 74% เฉพาะแต่ในโรงเรียน ประถมและมัธยมเท่านั้น

ความก้าวหน้าของ Hardware ด้าน Computer นี้เป็นไปอย่างรวดเร็วมากจนน่ากลัวว่าจะเกิดช่องว่างระหว่าง Hardware กับ Software มากขึ้น โดยเฉพาะ CAI

Software ซึ่งจะเรียกว่า Courseware หรือ Program ของ CAI ก็ได้นั้นความจริงมีหลักการแบบเดียวกับ PI (Program Instruction) ของ Skinner และเครื่องมือช่วยสอน (Teaching Machine) ของ Pressley นั้นเอง เพราะเน้นด้าน Individualization เป็นอย่างมากแต่อาจดีกว่า PI ตรงที่ให้การตอบสนอง (Response) ทันทีอย่างรวดเร็วกว่า PI และเสนอสิ่งเร้าขึ้นอยู่กับการตอบสนองของผู้เรียนอย่างแท้จริงมากกว่า PI ตลอดจนผู้เรียนจะได้ดำเนินการเสริมแรง (Reinforcement) จาก CAI มากกว่า PI แต่ทั้ง CAI และ PI นั้นก็มีการเขียน Program อย่างมีระบบหรือที่เรียกว่า System Approach เหมือนกัน ในด้านการเก็บเนื้อหาข่าวสารนั้น CAI เก็บไว้ได้มากมายและเรียกใช้ได้ทันทีรวดเร็วกว่า PI มาก

Computer Literacy ของ CAI ในด้าน *Program Language* ที่ใช้กันมากในระบบ Time - Sharing ก็มีภาษา TUTOR ใช้กับระบบ PLATO ภาษา APL ใช้กับ APL System ซึ่ง IBM ได้ทำการปรับปรุงให้ดีขึ้นมาก และภาษาอื่น เช่น PASCAL, CONDUIT และสำหรับ Microcomputer ก็มี BASIC, Apple ความจริง Program Language สำหรับ CAI นั้นไม่ยุ่งยากซับซ้อนแบบภาษาหลัก เช่น FORTRAN หรือ COBOL ดังนั้น Program Language ของ CAI อาจเรียนให้เข้าใจได้ภายใน 2-3 เดือน อย่างไรก็ตาม โปรแกรมที่จะเขียนให้ได้ดีนั้นก็ทำได้ยากต้องใช้เวลามากเพราะต้องเริ่มแบบเดียวกันกับการเขียน PI คือเริ่มจากตั้งจุดมุ่งหมาย เขียนยุทธวิธีของโปรแกรม วิเคราะห์เนื้อหาขั้นตอน มี Pretest Post test และจะต้องเริ่มกระบวนการจากการร่างปรับปรุง นำไปทดลองใช้ นำมาหา Validation จึงต้องใช้เวลานานมาก โปรแกรมที่ดีอาจเกินความสามารถของบุคคลเพียงคนเดียวจะทำได้ บางโปรแกรมลงทุนสูงถึง \$ 1,000 ต่อโปรแกรมที่นำไปใช้เรียนเพียงหนึ่งชั่วโมง ปัญหาของ Software จึงมีมาก การจะให้ได้โปรแกรม

ที่ตีต้องลงทุนทั้งด้านการเงิน การเสียเวลา การทดลอง และรวมไปถึงการ Transfer โปรแกรมไปยังระบบอื่น

รัฐบาลกลางของสหรัฐอเมริกา ให้การสนับสนุนในด้านนี้เป็นอย่างดี เช่น มีการให้ทุน มีการกระตุ้นให้อาจารย์ในมหาวิทยาลัยได้ผลิตโปรแกรมมากขึ้น มีการเปิด Course ให้เรียน มี Workshop สำหรับผู้สนใจ และมีการวิจัย แต่นักการศึกษาที่ยังตามไม่ทันความก้าวหน้าของ Hardware อยู่ดี นอกจากการเขียนโปรแกรมจะมีปัญหาแล้ว ก็ยังหาผู้ดำเนินการจัดจำหน่ายโปรแกรมได้ยากอีกด้วย ในปัจจุบันบริษัทใหญ่ ๆ ที่จำหน่ายโปรแกรม CAI สำเร็จรูปเท่าที่ทราบ มี Macmillan, Randan House, Scott และ Foresman แต่การพัฒนาด้านนี้ยังรุดหน้าอยู่เรื่อย ๆ

Program CAI ที่ใช้ในการเรียนการสอนอาจจำแนกได้ 7 แนวทางคือ ใช้

1. ทบทวนบทเรียน (Tutorial)
2. การฝึกหัด (Drill Practice)
3. การแก้ปัญหา (Problem Solving)
4. การเล่นเกมส์ (Gaming)
5. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation)
6. การไต่ถาม (Inquiry)
7. บทสนทนา (Dialogue)

โปรแกรมในแนวที่กล่าวมานี้ส่วนใหญ่ที่มีจำหน่ายจะใช้ในระดับประถมและมัธยม สำหรับโปรแกรมในระดับอุดมศึกษานั้น เป็นเรื่องที่ Professor ผู้สอนจะเขียนขึ้นเอง ซึ่งมักจะมีปัญหามากเพราะต้องใช้เวลายาวนานทั้งในการเขียนโปรแกรมและการวัดผล ฯลฯ การปรับปรุงในการวัดผลเพื่อให้ได้โปรแกรมที่ดีนั้น สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้ตั้งหน่วยวัดประเมินผลขึ้น เช่น CONDUIT ของมหาวิทยาลัย ICWA หรือ NICROSIFT (Micro Software Information for Teachers) สำหรับครูทั้งหลายที่สนใจโปรแกรม CAI นอกจากสถาบันการศึกษาจะให้ความสนใจที่จะได้โปรแกรม CAI ที่ดีแล้ว บริษัทที่จัดทำและจำหน่ายโปรแกรมก็พยายามที่จะปรับปรุงโปรแกรม CAI และให้นำมาใช้อย่างกว้างขวาง บริษัทบางแห่งได้มีการเปิดอบรมให้ความรู้ด้านนี้ต่อประชาชน ที่น่าสนใจคือ สำนักงาน Creative Programing Inc. ที่ Charleston, Illinois ได้

เปิดสอนให้แก่เด็กเล็ก มีเด็กตั้งแต่อายุ 4 ขวบมาเรียนโดยสอนให้ตั้งแต่ชั้น Basic ไปจนถึงชั้น การเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อน การเรียนภาษา CAI ก็เหมือนกับการเรียนภาษา ๆ หนึ่งนั่นเอง มี ตั้งแต่ง่าย ๆ เช่น การสะกด การเขียน Card อายพร

ยังมีครูบางพวกที่ต่อต้าน CAI อยู่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความก้าวหน้ารวดเร็วสามารถใช้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาได้มากมายของคอมพิวเตอร์ ทำให้ครูจำนวนมากในสหรัฐอเมริกา หวั่นเกรงกันว่าสักวันหนึ่งคอมพิวเตอร์จะเข้ามาบีบบบาทแทนครูทุกอย่าง และครูจะหมดอาชีพ มีการตั้งเขียนลือในแมกกาซีนฉบับหนึ่งในสหรัฐอเมริกา เป็นรูปคอมพิวเตอร์ดำเนินงานทุกอย่าง ในด้านการสอนและการจัดการต่าง ๆ ในโรงเรียน เด็กทุกคนนั่งอยู่หน้าคอมพิวเตอร์เพื่อเรียนและ ทำตามที่คอมพิวเตอร์สั่ง และการโรงเรียนที่เป็นบุคคลที่เป็นที่ต้องการในโรงเรียนเพื่อดูแลเด็ก เรียนและสถานที่

อย่างไรก็ตาม มีครูจำนวนมากไม่น้อยที่เริ่มเห็นว่าโรงเรียนควรมีครูผู้ที่สามารถเขียน และใช้โปรแกรมของ CAI ได้ เนื่องจาก Microcomputer มีราคาถูกลงที่ครอบครัวยุคกลาง ในสหรัฐอเมริกาจะเป็นเจ้าของได้ และครูอาจเป็นผู้ล้าหลังนักเรียนที่ใช้ Microcomputer กับ บิคาสามารถอยู่เสมอ มหาวิทยาลัยหลายแห่งได้ทำการเปิดสอน Summer Course ด้าน CAI สำหรับ ครูชั้นที่เรียกว่า Inservice Training เพื่อให้ครูทั้งหลายได้ปรับตัวให้ทันกับความก้าวหน้าที่เป็น ไปอย่างรวดเร็วในขณะนี้

ด้าน Research (วิจัย) ของ CAI นั้นได้มีการทำกันอย่างกว้างขวาง โดยได้รับการ สนับสนุนจากรัฐบาล มหาวิทยาลัย และสถาบันที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ มี Journal หลายฉบับที่ลง บทความและรายงานผลของการวิจัยด้านนี้อยู่เสมอ เช่น Educational Technology, ETCJ (Edu- cational Technology and Communication Journal)

การวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอนโดย CAI นั้นพบว่า Drill and Practice ให้ผลดี อย่างเห็นได้ชัดมากกว่า วิธีการเรียนการสอนแบบอื่น ส่วนสาขาวิชาที่ให้ผลสัมฤทธิ์มากที่สุด คือ ภาษาต่างประเทศ และวิทยาศาสตร์ (Koch, 1973) การวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ CAI มีดังนี้

— นักเรียนที่เคยใช้ CAI จะมีทัศนคติที่ดีต่อ CAI มากกว่าผู้ที่ไม่เคยใช้ (Mathis, Smith, and Hensen, 1970)

- CAI ทำให้นักเรียนให้ Prompt feedback อย่างมากและให้คุณค่าในด้าน Individualization อันแท้จริง (Grimm, 1978)

Donald Ely กล่าวว่าเขาเชื่อว่า CAI อาจเป็นสื่อการสอนชนิดเดียวที่สามารถแก้ปัญหาการศึกษาทั้งหมดได้ แต่คำกล่าวนี้ไม่มีการวิจัยสนับสนุนเป็นพื้นฐาน

ถึงเวลาแล้วหรือยังที่ผู้นำทางการศึกษาและนักเทคโนโลยีทางการศึกษาจะได้แนะนำ CAI ให้กับวงการการศึกษาของไทยในขณะที่ปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็น Hardware เพื่อใช้ในระบบ CAI ระยะต้น เช่น Microcomputer มีราคาพอๆกับ Videotape หรือเครื่องรับโทรทัศน์เลยทีเดียว ถ้าเราได้มีโอกาสเริ่มเพื่อให้ได้ประโยชน์จากการพัฒนาอันก้าวหน้าอย่างยิ่งของเทคโนโลยีในปัจจุบัน เราอาจไม่ล้าหลังต่างประเทศจนเกินไปนัก นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับสื่อ (media) ทั้งหลายรุดหน้าไปมาก หลังจากที่เรเข้าสู่ยุคที่เรียกว่า "electronic age" บรรดาสื่อ (media) ทั้งหลายที่เป็นสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร หนังสือเรื่องที่เป็นรูปเล่มทั้งหลาย จะไม่เป็นที่เก็บรวบรวมเนื้อหาข่าวสาร ความรู้ ความบันเทิงอีกต่อไปแล้ว เป็นไปได้ทีเดียวที่คอมพิวเตอร์จะเข้ามาทำหน้าที่เหล่านี้แทนภายใน 20 ปีข้างหน้า

จากการวิจัยที่พบว่า CAI ช่วยในการเรียนภาษาต่างประเทศได้ดีกว่าสาขาวิชาอื่น ๆ ผู้เขียนมีความเห็นว่า เยาวชนไทยอาจได้เรียนภาษาต่างประเทศ เช่น ภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน จีน รัสเซีย ฯลฯ จากเจ้าของภาษาอย่างถูกต้อง ทั้งการอ่าน เขียน ไวยากรณ์ พูด และฟังอย่างสะดวกสบาย โดยผ่านระบบ CAI นักเรียนจะสามารถเรียนได้ทุกเวลาตามที่ตนต้องการ และก้าวไปข้างหน้าเร็วตามความสามารถของตน ภาษาต่างประเทศที่น่าเบื่อหน่าย ยากและเรียนกันไม่ได้ผลจะกลายเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เพราะมีสี่สรวค์ มีสิ่งเร้า ตอบสนอง นำตื่นเต้นต่อนักเรียน การเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างคุ้มค่าต่อการลงทุน เพราะเป็นการเรียนภาษาอันถูกต้องจากโปรแกรมอันดีที่มาจากเจ้าของภาษาเอง ไม่ใช่จากครูไทย ซึ่งแม้แต่ครูผู้สอนเองก็ยังพูดภาษาต่างประเทศที่ตนสอนอยู่อย่างกระต่อนกระแต่นไม่ถูกต้อง เมื่อจุดเริ่มต้นจากการใช้ระบบ CAI ในการเรียนการสอนภาษาต่างประเทศดำเนินไปอย่างดี โดยมีการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ระบบ CAI จะถูกนำไปใช้ในสาขาวิชาใดก็ได้ ทั้งขึ้นอยู่กับวิธีการเขียนโปรแกรมที่เป็น Software เท่านั้น

เราเริ่มได้หรือยังที่จะนำเอา CAI มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนในบ้านเรา



## หนังสืออ้างอิง

- Davis, Celia R. *Fundamental of PIATO Programming*, Urbana, Illinois, University of Illinois, 1980.
- Grimm, F.M. Computer Simulations as a Teaching Tool in Community College. *American Biology Teacher*, 1978, 40 (6), 326-364.
- Hickey, Albert E. *Computer-Assisted Instruction : A Survey of the Literature*, Newburyport, Massachusetts, ENTELEK Incorporated, 1968.
- Koch, W.J. Basic Facts About Using the Computer in Instruction. *Education Digest*, 1973, 38 (7), 28-31.
- Mathis, A., Smith T., and Hansen, D. College Students' Attitudes Toward Computer Assisted Instruction. *Journal of Educational Psychology*, 1970, 61, 46-51.
- MacBride, Sean, *Many Voices, One Word*, New York, UNESCO, 1980.
- Radio Shack. 60<sup>th</sup> Anniversary Catalog, Fort Worth, Texas, Tandy Corporation, 1980.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย