

เอกสารอ้างอิง

เกื้อกุล ตาเย็น, 2553, **เส้นทางสู่นักโปรแกรมเมอร์** [Online], Available: <http://www.unigang.com/Article/1332> [2010, October 20].

คณะทำงาน โครงการสมรรถนะ สำนักงานข้าราชการพลเรือน, 2548, **คู่มือสมรรถนะราชการพลเรือนไทย**, บริษัท พี.เอ.ดีฟวิง จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 11-12.

ชาย โพธิสิตา, 2549, **ศาสตร์และศิลป์แห่งการวิจัยเชิงคุณภาพ**, พิมพ์ครั้งที่ 2, บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ, หน้า 176-189.

ณรงค์วิทย์ แสนทอง, 2547, **มารู้จัก Competency กันเถอะ**, บริษัท เอช อาร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 11.

ดวงพร อินทนาศักดิ์, 2548, **การศึกษา แนวโน้มหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ ในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2558**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-2.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2548, **การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS**, พิมพ์ครั้งที่ 4, บริษัท วี อินเตอร์ พริ้นต์ จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 151-172.

ปิยะชัย จันทร์วงศ์ไพศาล, 2549, **การค้นหาและวิเคราะห์เจาะลึก Competency ภาคปฏิบัติ**, บริษัท เอช อาร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 12.

มนู ורתิตลเชษฐ, 2549, **การส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ของประเทศไทย**, สำนักส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กรุงเทพฯ หน้า 17-42.

มหาวิทยาลัยทักษิณ, **การวิจัยแบบสร้างทฤษฎีจากข้อมูล (Grounded Theory Research)** [Online], Available : www.4shared.com/document/iEBIC0Oa/_online.html [2011, June 10].

รังสรรค์ เลิศในสัตย์, 2551, **Logical Thinking** คิดอย่างมีตรรกะ ชะนะทุกเงื่อนไข, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท, กรุงเทพฯ, หน้า บทนำผู้แปล.

ศุภัญญา รัชมีธรรมโชติ, 2549, **แนวทางการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ด้วย Competency Based Learning**, พิมพ์ครั้งที่ 3, บริษัทศิริวัฒนา อินเตอร์พรีนธ์ จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 11.

Barnes, D. J., Fincher, S., and Thompson, S., 1997, "Introductory problem solving in computer science. In Daughton, G. & Magee, P. (Eds.)", **5th Annual Conference on the Teaching of Computing**, pp. 36-39.

Beyer, B., 2008, "How to Teach Thinking Skills in Social Studies and History", **Social Studies**, Vol. 99, No. 5, pp. 196-201.

Bitner-Corvin, B. L., 1987, "**The GALT: A Measure of Logical Thinking Ability of 7th through 12th Grade Students** [Online]", Available : <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED293717.pdf> [2008, October 17].

Bradley, C.F., (1980). **The effects of different visual stimulation modes on the science achievement of college students with varying levels.** Unpublished Doctoral's Dissertation, University of Georgia.

Chang, K., Sung, Y. and Lin, S., 2006, "Computer-assisted learning for mathematical problem solving", **Computer & Education** [Electronic], Vol. 46, No. 2, pp. 140-151, Available : Elsevier / Science Direct [2010, October 29].

Cifarelli, V. V., 1998, "The development of mental representations as a problem solving activity", **Journal of Mathematical Behavior** [Electronic], Vol. 17, No. 2, pp. 239-264, Available : Elsevier / Science Direct [2010, November 11].

Creswell, J. W., 2008, **Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research**, 3rd ed., Peason Education, New Jersey.

Glaser, B., and Strauss, A., 1967, **The Discovery of Grounded Theory Strategies for Qualitative Research**, Aldine de Gruyter, New York, pp. 21-44.

Gorman, H. and Bourne, L., 1983, "Learning to think by learning logo : Rule learning in third-grade computer programs", **Bulletin of the Psychonomic Society**, Vol. 21 No. 3, pp. 165-167.

Greenes, C., 2009, "Mathematics learning and knowing: a cognitive process", **The Journal of Education**, Vol. 189 No. 3, pp. 55-64.

Greeno, G.G., 1989, "A Perspective on Thinking", **American Psychologist**, Vol. 44, No. 2, pp. 134-141.

Guthrie, J., 1991, **Proportional Reasoning in the Solution of Problem in High School Chemistry and Its Impact on Developing Critical Thinking Skills** [Online],

Available <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED351183.pdf> [2008, October 15].

Haines, T. (1987). **Factors influencing achievement in undergraduate computer studies courses**. Unpublished Master's Thesis, Curtin University of Technology, Perth, Australia.

Inhelder, B. and Piaget, J., 1958, **The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence**, Basic Books, New York.

Jiang, B., Xu, X., Garcia, A. and Lewis, J, 2010 [Abstract of "Comparing Two Tests of Formal Reasoning in a College Chemistry Context", **Journal of Chemical Education**, Vol. 87, No. 12, pp. 1430-1437], [Electronic], Available : Education Resource Information Center (ERIC) [2011, April 20].

Kawamoto, K. and Arai, H.A., 2008, "Evaluation of Logical thinking ability through Contributions in a Learning Community", In Carbonell, J.G. & Siekmann, J. (Eds.) **Lecture Notes in Computer Science**, Berlin: Springer, pp. 326-333.

Ku, H-Y., Harter, C. A., Liu, P.-L., Thompson, L. and Cheng, Y.-C. (2007), "The effects of individually personalized computer-based instructional program on solving mathematics problems", **Computers in Human Behavior** [Electronic], Vol. 23, pp. 1195-1210, Available : Elsevier / Science Direct [2010, September 12].

Lucia, A. D. and Lepsinger, R., 1999, **The Art and Science of Competency Models**, Jossey-Bass / Pfeiffer, San Francisco, pp. 163-181.

Marcou, A. and Lerman, S., 2006 "Towards the development of a self-regulated mathematical problem solving", In Novotná, J., Moraová, H., Krátká, M. & Stehlíková, N. (Eds.) **The 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, Prague, Czech Republic, pp. 137-144.

Mayer, R. E., 2008, **Learning and instruction**, 2nd ed., Prentice Hall, New Jersey, pp. 152-205.

McLaughlin, S., 2003, **Effect of Modeling Instruction on Development of Proportional Reasoning I: an empirical study of high school freshmen**, [Online], Available : http://modeling.asu.edu/modeling/McLaughlinS_PropReas-I_03.pdf [2011, January 10].

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. Reston, VA: Author.

Piaget, J., **Piaget's Stages of Cognitive Development**, [Online], Available : <http://www.telacommunications.com/nutshell/stages.html> [2010, December 20].

Polya, G., 1957. **How to solve it**, Princeton University Press.

Ralston, A., 2005. Do we need ANY Mathematics in Computer Science curricula?, **SIGCSE Bulletin**, Vol. 37, No. 2, pp.6-9.

Roadrangka, V., Yeany, R. H. and Padilla, M. J., 1982, **GALT, Group test of logical thinking**. University of Georgia.

Slavin, R. E., 2007, **Educational research in an age of accountability**, Pearson Education, Boston

Spencer, L. and Spencer, S., 1993, **Competency at Work**, John Wiley & Sons Inc., New Yourk.

Strauss, A. and Cobin, J., 1998, **Basics of Qualitative Research Technique and Procedures for Developing Grounded Theory**, 2nd ed., SAGE Publication, California, pp. 55-217.

Thompson,S. 1997, **Where do I begin? A problem sovling approach in teaching functional programming**, [Online], Available : <http://www.haskell.org/wikiupload/9/97/ProbSolvInHas1.pdf> [2010, October 28].

Tobin, K., and Capie, W. (1981). The development and validation of a group test of logical thinking. **Educational and Psychological Measurement**, Vol. 41, No. 2, pp.413-423.

Tobin, K. and Capie, W., 1982, "Relationships between formal reasoning ability, locus of control, academic engagement and integrated process skill achievement", **Journal of Research in Science Teaching**, Vol. 19, pp. 113-121.

Tobin, K., n.d, **Applications of The Test of Logical Thinking** [Online], Available: <http://ken.tobinweb.net/Papers/TOLTPaper.pdf> [2008, December 17].

Valanides, N., 1998, **Formal Operational Performance and Achievement of Lower Secondary School Students** [Electronic], Vol. 24, No. 1, pp. 1-23, Available : Science Direct [2009, April 6].

Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Vaerenbergh, G., Bogaerts, H. and Ratinckx, E., 1999, "Learning to solve mathematical application problems: A design experiment with fifth graders", **Mathematical Thinking and Learning**, Vol. 1, No.3, pp.195-229.

Yaman, S., 2005, "Exploring Effectiveness of Problem Based Learning on Developing Logical Thinking Skills in Science Teaching", **Journal of Turkish Science Education**, Vol. 2, No. 1, pp. 31-33.

Yenilmez, A., Sungur, S. and Tekkaya, Ceren., 2005, **Investigating students' logical thinking ability : The effects of gender and grade level** [Online], Available :

<http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/200528AY%C5%9EE%20YEN%C4%B0LMEZ.pdf>

[2008, February 10].

Yoo, S., Cha, S. and Lee, W., 2007, **Improving K-12 Logical Thinking Abilities using Educational Programming Language 'Dolittle'** [Online], Available : <http://www.wseas.us/e-library/transactions/education/2007/30-639N.pdf>

[2008, October 16].

ภาคผนวก ก.

แบบสัมภาษณ์เพื่อใช้ศึกษาสมรรถนะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์

ภาคผนวก ข.

แบบสอบถามเพื่อจัดลำดับความสำคัญทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์

แบบสอบถามเพื่อจัดลำดับความสำคัญสมรรถนะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 การจัดลำดับความสำคัญทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

โปรดตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงและตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

หวังว่าคงได้รับความร่วมมือด้วยดีจากท่าน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ 1. ชาย 2. หญิง
2. อายุ ___ ปี
3. ตำแหน่งงาน 1. นักพัฒนาซอฟต์แวร์ 2. นักวิเคราะห์ระบบ 3. อาจารย์
4. ผู้บริหารด้านไอซีที 5. อื่นๆ (กรุณาระบุ)
4. ระยะเวลาที่ทำงาน
 1. ตั้งแต่ 1-3 ปี
 2. มากกว่า 3 ปี แต่ไม่เกิน 6 ปี
 3. มากกว่า 6 ปี แต่ไม่เกิน 9 ปี
 4. มากกว่า 9 ปี แต่ไม่เกิน 12 ปี
 5. มากกว่า 12 ปี แต่ไม่เกิน 15 ปี
 6. มากกว่า 15 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 จากทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ทั้ง 5 ทักษะ ขอให้ท่านทำการเรียงลำดับทักษะที่มีความสำคัญมากที่สุด ไปยังคุณสมบัติที่มีความสำคัญน้อยที่สุดตามความคิดเห็นของท่าน (โดย 1 หมายถึงมีความสำคัญมากที่สุด และ 5 มีความสำคัญน้อยที่สุด)

คุณสมบัติ	ลำดับ
<p>1. การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ต้องมีพฤติกรรม คือ</p> <p>“สามารถสร้างกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยแนวทางที่แตกต่างไปจากเดิม เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีขึ้น และสามารถอธิบายและถ่ายทอดแนวคิดไปสู่บุคคลที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้สามารถเข้าใจ และนำไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม”</p>	
<p>2. ความเชี่ยวชาญในวิชาชีพ (Expertise) ต้องมีพฤติกรรม คือ</p> <p>“ มีความรู้ ความสามารถ และมีทักษะที่จะสามารถประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ การขวนขวายหาความรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพของตนเอง โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยี มาตรฐานการพัฒนาซอฟต์แวร์ มีความเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจที่เกี่ยวข้อง เข้าใจความต้องการของลูกค้าเพื่อนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ตรงกับความต้องการ รวมถึงการถ่ายทอดองค์ความรู้ไปยังผู้ได้บังคับบัญชาหรือเพื่อนร่วมงาน และสามารถจัดลำดับความสำคัญของงานได้”</p>	
<p>3. การคิดเชิงอนาคต (Future Thinking) ต้องมีพฤติกรรม คือ</p> <p>“สามารถสร้างกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ โดยสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และสามารถป้องกันการเกิดปัญหาที่เกี่ยวข้องในอนาคต โดยอาศัยหลักพื้นฐานของความเหมาะสมด้านงบประมาณ ด้านนโยบาย และสามารถอธิบายและถ่ายทอดแนวคิดไปสู่บุคคลที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้สามารถเข้าใจ และนำไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม”</p>	
<p>4. การคิดเชิงระบบ (System Thinking) ต้องมีพฤติกรรม คือ</p> <p>“สามารถมองภาพรวมของระบบทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง สามารถวางแผนการแก้ปัญหา แล้วไม่ส่งผลกระทบต่อระบบอื่นที่เกี่ยวข้อง สามารถอธิบาย ถ่ายทอดองค์ความรู้ในเชิงระบบให้ผู้อื่นเข้าใจได้”</p>	
<p>5. การคิดเชิงตรรกะ (Logical Thinking) ต้องมีพฤติกรรม คือ</p> <p>“วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและมีเหตุผล โดยอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริงหรือข้อมูลที่มีอยู่ สามารถระบุเงื่อนไขต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ และสามารถหลีกเลี่ยงอุปสรรคต่างๆ ได้”</p>	

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับการสละเวลาในการตอบแบบสอบถามนี้



ภาคผนวก ค.

แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างเพื่อศึกษาเนื้อหาการคิดเชิงตรรกะ

ภาคผนวก ง.

แบบประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

แบบประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ เพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้ เป็นแบบประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ในการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาการคิดเชิงตรรกะ และขั้นตอนการเรียนการสอนทักษะการคิดเชิงตรรกะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยแบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 การประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทยประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ด้านเนื้อหา และขั้นตอนการสอน

จึงใคร่ขอความกรุณาจากท่าน โปรดตอบแบบสอบถามให้ครบถ้วนสมบูรณ์ และสอดคล้องกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีค่าระดับเหมาะสมในแบบประเมินนี้มี 5 ระดับ มีความหมายดังนี้

ค่าระดับ 5 หมายถึง มากที่สุด

ค่าระดับ 4 หมายถึง มาก

ค่าระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ค่าระดับ 2 หมายถึง น้อย

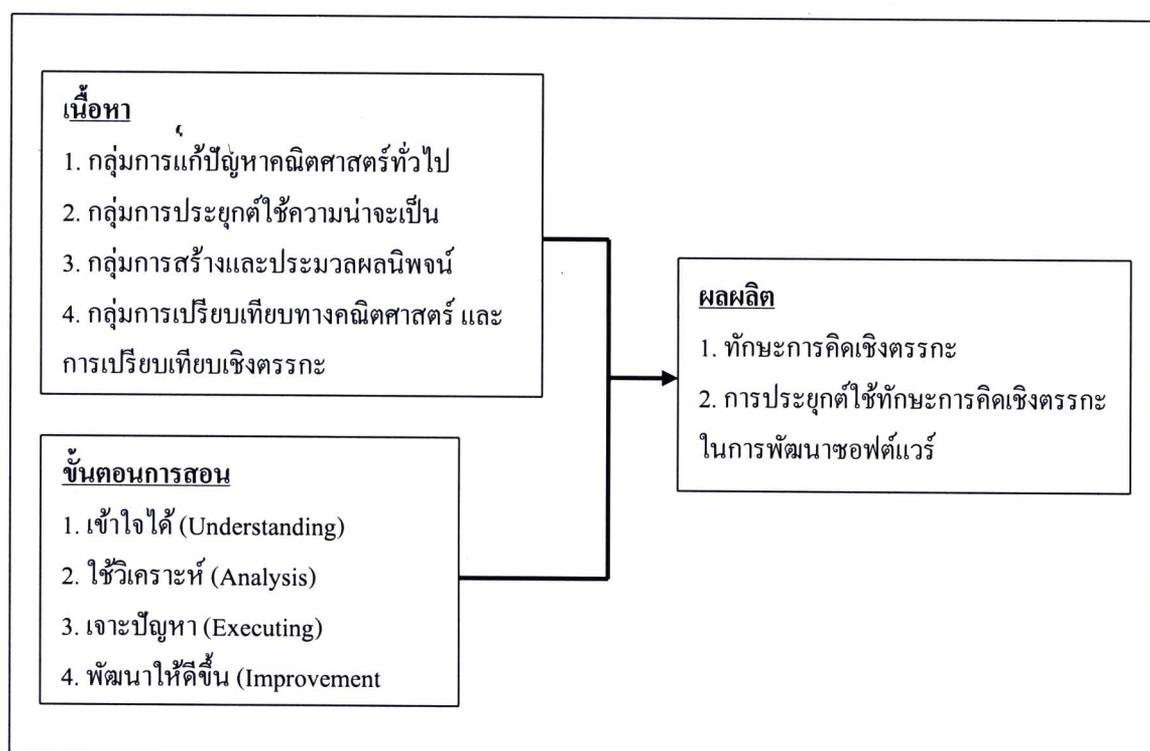
ค่าระดับ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

หวังว่าคงได้รับความร่วมมือด้วยดีจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นางนันทพร บุญเอก นักศึกษาปริญญาเอก หลักสูตรนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยี
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

องค์ประกอบของรูปภาพการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ สำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนคือ 1) เนื้อหาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงตรรกะ 2) ขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ และ 3) ผลผลิตโดยใช้เนื้อหาในข้อที่ 1 และขั้นตอนการเรียนการสอนในข้อที่ 2 ดังแสดงในรูป



รูปที่ 1 แสดงรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

รูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ส่วนนั้นจะมีความสัมพันธ์การทำงานที่เชื่อมโยงกัน คือ เนื้อหาวิชาประกอบด้วย 4 กลุ่มเนื้อหา ได้แก่ กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป กลุ่มการประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น กลุ่มการสร้างและประมวลผลนิพจน์ และกลุ่มการเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ โดยแต่ละเนื้อหาแต่ละส่วนจะต้องเรียนรู้ตามขั้นตอนการฝึก จำนวน 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่ ขั้นตอนเข้าใจได้ ขั้นตอนวางแผน ขั้นตอนประมวลผล และขั้นตอนประเมินผล ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้ผ่านการเรียนรู้ทั้ง 4 กลุ่มเนื้อหาตาม 4 ขั้นตอนการสอนจะทำให้เกิดผลผลิต คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านการคิดเชิงตรรกะ และสามารถประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงตรรกะในการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่อไป

ในแต่ละขั้นตอนการสอนนั้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เป็นรูปแบบที่มีความเฉพาะเจาะจงกับการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ โดยมีหลักการดังนี้ คือ เข้าใจได้ ใช้วิเคราะห์ เจาะปัญหา พัฒนาให้ดีขึ้น โดยมีรายละเอียดของรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะของเนื้อหาทั้งสี่กลุ่ม ดังรายละเอียดที่ปรากฏด้านล่างนี้

ตัวอย่าง เนื้อหากลุ่มที่ 1 พร้อมกับการประยุกต์ใช้ 4 ขั้นตอน

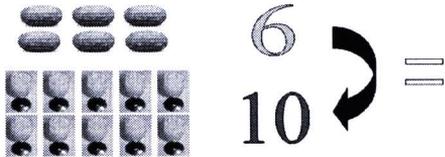
เนื้อหากลุ่มที่ 1: กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบอัลกอริทึม และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาโปรแกรมอื่นๆ ได้

ตัวอย่างปัญหา

ถ้าแดงโม 6 ลูก สามารถทำเป็นน้ำแดงโม ได้ 10 แก้ว ถ้าต้องการทำน้ำแดงโม 30 แก้วจะต้องใช้แดงโมกี่ลูก

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)</p> <p>ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้นจะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้นอยู่ที่ตรงไหน การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไรเป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้ จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมาก</p>	<ul style="list-style-type: none"> จากตัวอย่างปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการคือ จำนวนของแดงโม ที่จะทำน้ำแดงโมได้ 30 แก้ว สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้คือ แดงโม 6 ลูก ทำเป็นน้ำแดงโมได้ 10 แก้ว จากตัวอย่างปัญหา ไม่มีข้อมูลใดที่ไม่สำคัญ โดยทั้งหมดสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ จากตัวอย่างปัญหาสามารถวาดรูปได้ดังนี้ 

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>	
<p>ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีประโยชน์หรือจำเป็นต่อการแก้ปัญห่ออก โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป</p>	<ul style="list-style-type: none"> จากตัวอย่างปัญหา องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ 1) เรื่องอัตราส่วน พร้อมทั้งการทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ และ 2) เรื่องสัดส่วน ซึ่งแสดงถึงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน ขั้นตอนเริ่มต้นของการแก้ปัญหาผู้สอนจะเชื่อมโยงการแก้ปัญหากับองค์ความรู้เดิมคือเรื่องอัตราส่วนและสัดส่วนตามขั้นตอนดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> โดยนำสิ่งที่โจทย์กำหนดมา นำจำนวนแดงโมกับน้ำแดงโมมาเขียนในรูปของอัตราส่วนเป็น $6:10$ หรือเป็นรูปเศษส่วนคือ $\frac{6}{10}$ โดยแสดงความสัมพันธ์ดังรูป <div style="text-align: center;">  </div> แต่จากโจทย์เราทราบจำนวนน้ำแดงโม แต่เราต้องการทราบจำนวนแดงโม เราก็นำมาเขียนในรูปอัตราส่วนเช่นเดียวกัน <div style="text-align: center;">  </div> นำอัตราส่วนทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน เพื่อเตรียมหาคำตอบต่อไป

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	$\frac{6}{10} = \frac{?}{30}$
<p>ขั้นตอนที่ 3 : เจาะปัญหา (Executing)</p> <p>ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มีโดยการแก้ปัญหาละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ในขั้นตอนนี้จะเริ่มดำเนินการแก้ปัญหามาตามที่ได้วางแผนไว้ในขั้นตอนที่ 2 ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. จากการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้กับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบแสดงดังรูป $\frac{6}{10} = \frac{?}{30}$ 2. เริ่มต้นการแก้ปัญหา โดยการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนและสัดส่วน คือการคูณไขว้กันระหว่างเศษของชุดแรกกับส่วนของชุดที่สอง $\frac{6}{10} \swarrow \nearrow \frac{?}{30}$ 3. แล้วสร้างสมการเพื่อหาคำตอบที่ต้องการ $\frac{6 \times 30}{10} = ?$ 4. หาคำตอบที่ต้องการซึ่งจะได้คำตอบ $18 = ?$

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต นอกจากนี้วิธีการนี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้แล้ว เปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนจะทำการตรวจสอบคำตอบที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ • วิเคราะห์หาแนวทางอื่น ว่าสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ และองค์ความรู้อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะพบว่ามียอตราส่วนอย่างต่ำที่เข้ามาเกี่ยวข้อง • ในการหาอัตราส่วนอย่างต่ำนั้น เราจะต้องหาตัวเลขที่สามารถหารได้ทั้งเศษและส่วนจากตัวอย่าง $\frac{6}{10}$ • หาตัวเลขที่สามารถหารทั้ง 6 และ 10 ได้ ซึ่งก็คือ 2 ที่สามารถหาร 6 และ 10 ลงตัว จะได้ผลลัพธ์คือ $\frac{3}{5}$ • เพราะฉะนั้นจะได้ว่าอัตราส่วนอย่างต่ำของ $\frac{6}{10}$ คือ $\frac{3}{5}$ $\frac{6}{10} = \frac{3}{5}$ • และเปรียบเทียบอัตราส่วนอย่างต่ำของ $\frac{18}{30}$ ก็เท่ากับ $\frac{3}{5}$ เช่นกัน $\frac{18}{30} = \frac{3}{5}$ • และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของทั้งสองคือ $\frac{6}{10}$ และ $\frac{18}{30}$ ต่างก็มีอัตราส่วนอย่างต่ำเท่ากับ $\frac{3}{5}$ ซึ่งแสดงว่ามีอัตราส่วนที่เท่ากัน

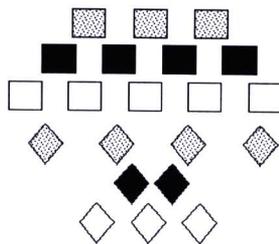
เนื้อหากลุ่มที่ 2: กลุ่มการประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น

วัตถุประสงค์

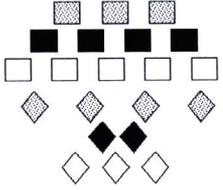
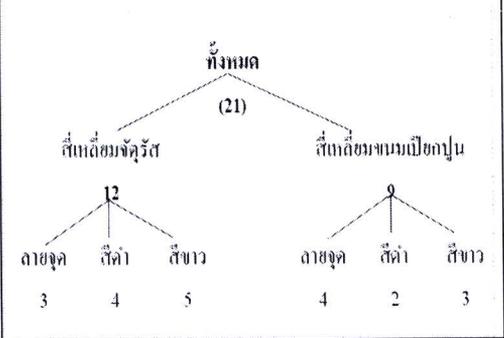
เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเรื่องความน่าจะเป็น และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการระบุถึงความเป็นไปได้ทั้งหมด พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ และประยุกต์ใช้ตอนวิเคราะห์และออกแบบอัลกอริทึม

ตัวอย่างปัญหา

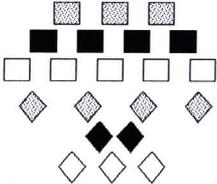
ในกล่องๆ หนึ่งบรรจุวัตถุรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งแต่ละแบบมี 3 ลักษณะคือมีลายจุด มีสีดำ และมีสีขาว ดังแสดงในรูปด้านล่าง จะมีความเป็นไปได้เท่าไรในการที่จะหยิบวัตถุที่มีลักษณะเป็นลายจุด



ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)</p> <p>ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้น จะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้นอยู่ตรงที่ใด การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไร เป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้ จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความ</p>	<p>ตัวอย่างการดำเนินการ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ โอกาสในการที่จะหยิบวัตถุที่มีลายจุดเป็นจำนวนเท่าไร ● วัตถุรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> ○ สี่เหลี่ยมจัตุรัสลายจุด 3 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีดำ 4 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีขาว 5 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนลายจุด 4 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนสีดำ 2 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนสีขาว 3 ชิ้น

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>เข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● แสดงรายละเอียดดังภาพที่ปรากฏในโจทย์ 
<p>ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีความเชื่อมโยงหรือจำเป็นต่อการแก้ปัญห่ออก โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด และ 2) เหตุการณ์ที่สนใจ ● วาดรูปภาพแสดงความสัมพันธ์  <ul style="list-style-type: none"> ● การแก้ปัญหามี 2 ส่วนคือ หาเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด และหาเหตุการณ์เฉพาะที่สนใจ แล้วนำมาเขียนในรูปของอัตราส่วนหรือสัดส่วน
<p>ขั้นตอนที่ 3 : เจาะปัญหา (Executing)</p> <p>ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในขั้นตอนนี้จะเริ่มดำเนินการแก้ปัญหามาตามที่ได้วางแผนไว้ในขั้นตอนที่ 2 ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> ○ สีเหลืองจตุรัสลายจุด 3 ชั้น ○ สีเหลืองจตุรัสสีดำ 4 ชั้น

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของ โจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มีโดยการแก้ปัญหที่ละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ</p>	<p>○ สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีขาว 5 ชั้น</p> <p>○ สี่ขนมเปียกปูนลายจุด 4 ชั้น</p> <p>○ สี่ขนมเปียกปูนสีดำ 2 ชั้น</p> <p>○ สี่ขนมเปียกปูนสีขาว 3 ชั้น</p> <p>เพราะฉะนั้นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเท่ากับ $3+4+5+4+2+3 = 21$</p> <p>และเหตุการณ์ที่สนใจ คือสี่เหลี่ยมลายจุดประกอบด้วย</p> <p>○ สี่เหลี่ยมจัตุรัสลายจุด 3 ชั้น</p> <p>○ สี่ขนมเปียกปูนลายจุด 4 ชั้น</p> <p>เพราะฉะนั้นเหตุการณ์ที่สนใจคือ $3+4 = 7$</p> <ul style="list-style-type: none"> ● นำเหตุการณ์ที่สนใจและเหตุการณ์ทั้งหมดมาเขียนในรูปอัตราส่วนจะได้เท่ากับ $7/21$ ● เพราะฉะนั้นในการหีบวัตถุในกล่องดังกล่าว โอกาสในการที่จะหีบวัตถุที่มีลายจุดจะเท่ากับ $7/21$ นั่นเอง
<p>ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต นอกจากนี้วิธีการนี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้ แล้วเปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนจะทำการตรวจสอบคำตอบที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ ● นอกจากนี้ผู้สอนจะเชื่อมโยงความรู้ไปยังกลุ่มเนื้อหาที่ 1 ซึ่งได้แก่เรื่องอัตราส่วนที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้ พร้อมทั้งสรุปแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	<ul style="list-style-type: none"> ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง โดยจากข้อกำหนดเดิมดังรูป <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุที่มีสีดำ ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุสีเหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีสีดำ หรือสีขาว ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุสีเหลี่ยมขนมเปียกปูนซึ่งเป็นลายจุด หรือสีขาว ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุซึ่งเป็นลายจุด หรือสีดำ ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง คือในกล่องๆ หนึ่งบรรจุเม็ล็ดถั่วแดง 5 เม็ล็ด เม็ล็ดถั่วเขียว 7 เม็ล็ด และเม็ล็ดถั่วลิสง 4 เม็ล็ด <ul style="list-style-type: none"> ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุซึ่งเป็นลายจุด หรือสีดำ ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าไรในการที่จะหยิบเม็ล็ดถั่วแดงหรือถั่วลิสง ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	<p>คือในกล่องๆ หนึ่งบรรจุเมล็ดถั่วแดง 5 เมล็ด เมล็ดถั่วเขียว 7 เมล็ด และเมล็ดถั่วลิสง 4 เมล็ด</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุ ซึ่งเป็นลายจุด หรือสีดำ ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าไรในการที่ จะหยิบเมล็ดถั่วแดงหรือถั่วลิสง <p>● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง คือมีลูกแก้วหลากสีบรรจุอยู่ในกล่องประกอบ ด้วยลูกแก้วสีขาว 7 ลูก สีเขียว 5 ลูก สีเหลือง 5 ลูก และสีดำ 3 ลูก</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ จะมีโอกาสเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสี ขาว ○ จะมีเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีขาว หรือสีเขียว ○ จะมีโอกาสเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสี เขียวหรือสีเหลือง ○ จะมีโอกาสเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสี เหลืองหรือสีดำ ○ จะมีโอกาสเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสี ดำหรือขาว

เนื้อหากลุ่มที่ 3: กลุ่มการสร้างและประมวลผลนิพจน์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการแปลงปัญหาต่างๆ ไปเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ มีความเข้าใจในการลำดับความสำคัญของการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ การประยุกต์ใช้ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหาค่าเงินที่เกี่ยวข้องได้

ตัวอย่างปัญหา

นาย ก. มีเงิน 1,200 บาท นำไปฝากธนาคารได้ดอกเบี้ยร้อยละ 5 ต่อปี เมื่อฝากครบหนึ่งปีแล้ว นาย ก. จะได้ออกเบี้ยกี่บาท

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)</p> <p>ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้น จะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้น อยู่ตรงที่ใด การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไร เป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้ จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการคือ <ol style="list-style-type: none"> 1) นิพจน์คณิตศาสตร์ และ 2) จำนวนดอกเบี้ยที่จะได้ ● จากโจทย์ที่กำหนดให้นั้น นาย ก. มีเงิน 1,200 บาท และจะได้ดอกเบี้ยร้อยละ 5 เมื่อฝากเงินครบ 1 ปี
<p>ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> 1) การแปลงประโยคเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ 2) การคำนวณดอกเบี้ยเงินฝาก

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีความเชื่อมโยงหรือจำเป็นต่อการแก้ปัญหาออก โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● วางแผนการแก้ปัญหาลำดับคือ <ul style="list-style-type: none"> ○ สร้างนิพจน์คณิตศาสตร์ ○ คำนวณหาคอกเบี้ยเงินฝาก
<p>ขั้นตอนที่ 3 : เจาปัญหา (Executing)</p> <p>ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มีโดยการแก้ปัญหทีละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากโจทย์โดยนำทุกส่วนที่เกี่ยวข้องมาใช้ได้แก่ จำนวนเงิน 1,200 และคอกเบี้ยเงินร้อยละ 5 ต่อปี ● สามารถสร้างนิพจน์ได้ดังนี้ $1200 * 5/100$ ● จำนวนคอกเบี้ยที่จะได้เท่ากับ $1200 * 5/100 = 60$ บาท
<p>ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนจะทำการตรวจสอบคำตอบที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ในอนาคต นอกจากวิธีหานี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้ แล้วเปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● นาย ข. มีเงินอยู่ 1,000,000 บาท ต้องการบริจาคให้การกุศล 10% ที่เหลือแบ่งให้ลูกๆ 3 คนๆ ละเท่าๆ กัน ลูกๆ ของนาย ค. จะได้รับเงินคนละเท่าใด โดยเขียนในรูปนิพจน์ ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง 20% ของ 25% ของ 40 มีค่าเท่าใด ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า A คือราคาสินค้า ในการซื้อสินค้าเราจะต้องจ่ายภาษีมูลค่าเพิ่มอีก 7% จากราคาสินค้า จงทำการเขียนนิพจน์ในการคำนวณราคาสินค้าที่ต้องจ่าย ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้าไม้ท่อนหนึ่งยาว A เมตร ต้องการตัดเป็นท่อน โดยมีขนาดท่อนละ 50 เซนติเมตร จะตัดไม้ได้กี่ท่อน ● จงเขียนนิพจน์เพื่อคำนวณราคาสินค้า ประกอบด้วยรายการสินค้าดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> ○ สินค้า A จำนวน 5 ชิ้นๆ ละ 10 บาท ○ สินค้า B จำนวน 2 ชิ้นๆ ละ 20 บาท ○ สินค้า C จำนวน 4 ชิ้นๆ ละ 12 บาท จงหาผลรวมของราคาสินค้าทั้งหมด ● จงเขียนนิพจน์เพื่อคำนวณส่วนลดของ

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	<p>สินค้า โดย</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ สินค้า A จำนวน 20 ชิ้นๆ ละ 5 บาท ○ สินค้า B จำนวน 10 ชิ้นๆ ละ 7 บาท <p>โดยมีส่วนลด 10% จากราคาซื้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● จงเขียนนิพจน์การคำนวณหาพื้นที่สามเหลี่ยม โดยมีความกว้างของฐาน a เซ็นติเมตร และความสูง b เซ็นติเมตร ● จงเขียนนิพจน์การคำนวณพื้นที่สนามกว้าง a เซ็นติเมตร ยาว b เซ็นติเมตร และพื้นที่บ้านกว้าง c เซ็นติเมตร ยาว d เซ็นติเมตร จงหาความแตกต่างระหว่าง พื้นที่สนามและพื้นที่บ้าน ● เลขจำนวนหนึ่ง คือ $\frac{1}{2}$ ของ $\frac{1}{5}$ ของ $\frac{1}{4}$ ของ 500 คือจำนวนใด ● มีตัวเลขอยู่จำนวนหนึ่ง ต้องการทดสอบว่า ตัวเลขนั้นเป็นเลขที่สามารถตรวจสอบโดยใช้นิพจน์ทางคณิตศาสตร์อย่างไร โดยสมมติให้ตัวเลขนั้นมีค่าเท่ากับ Y

เนื้อหากลุ่มที่ 4: กลุ่มการเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ การเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์ การเปรียบเทียบเชิงตรรกะ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการตั้งเงื่อนไขสำหรับการตัดสินใจ หรือเงื่อนไขสำหรับการวนลูป

ตัวอย่างปัญหา

ถ้า X เป็นจำนวนเต็มซึ่งมีค่ามากกว่า 5 แต่มีค่าน้อยกว่า 9 สามารถเขียนเป็นนิพจน์เปรียบเทียบได้อย่างไร

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)</p> <p>ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้น จะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้น อยู่ตรงที่ใด การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไร เป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้ จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการคือนิพจน์การเปรียบเทียบคณิตศาสตร์ ● จากโจทย์ที่กำหนดให้ นั่น X มีค่ามากกว่า 5 แต่มีค่าน้อยกว่า 9
<p>ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> 1) การแปลงประโยคเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ 2) การใช้การเปรียบเทียบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีความเชื่อมโยงหรือจำเป็นต่อการแก้ปัญห่ออก โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป</p>	<p>และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● วางแผนการแก้ปัญหาลำดับคือ <ul style="list-style-type: none"> ○ สร้างนิพจน์คณิตศาสตร์ได้แก่ มากกว่า น้อยกว่า มากกว่าเท่ากับ น้อยกว่าเท่ากับ ไม่เท่ากับ เป็นต้น ○ นำนิพจน์คณิตศาสตร์มาเชื่อมกัน โดยใช้การเปรียบเทียบเชิงตรรกะ ได้แก่ และ (AND) หรือ (OR) ปฏิเสธ (NOT)
<p>ขั้นตอนที่ 3 : เจาะปัญหา (Executing)</p> <p>ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มิโดยการแก้ปัญหาทีละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากโจทย์โดยนำทุกส่วนที่เกี่ยวข้องมาใช้ ซึ่งการเขียนนิพจน์แบบทั่วไปคือ $5 < X < 9$ แต่โจทย์กำหนดให้มีการสร้างนิพจน์โดยใช้การเปรียบเทียบเชิงตรรกะ ● สามารถสร้างนิพจน์ได้ดังนี้คือ <ol style="list-style-type: none"> 1) $X > 5$ 2) $X < 9$ ● นำนิพจน์ที่ได้ทั้งสองมาเชื่อมต่อกันโดยใช้การเปรียบเทียบเชิงตรรกะ ได้ดังนี้ $X > 5$ AND $X < 9$
<p>ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนจะทำการตรวจสอบคำตอบที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหามาว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ในอนาคต นอกจากวิธีกรนี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้ แล้วเปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า X เป็นจำนวนเต็มซึ่งมากกว่า 5 แต่น้อยกว่า 9 แล้ว X สามารถเป็นตัวเลขใดได้บ้าง ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า X เป็นเลขคู่มีค่าตั้งแต่ 20 ขึ้นไป สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า X เป็นตัวเลขซึ่งผลคูณของด้วยตัวเองมีค่าไม่น้อยกว่า 10 สามารถเขียนเป็นประโยคได้อย่างไร ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง สถานที่แห่งหนึ่งอนุญาตให้บุคคลที่อายุมากกว่า 20 ปี แต่ไม่เกิน 30 ปี เข้าเยี่ยมชมได้ สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า x คือสมาชิกของสระในภาษาอังกฤษ สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร เพื่อรองรับสมาชิกทั้งหมด ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้ากำหนดเงื่อนไขว่าคนที่สามารถเข้าทำงานได้คือพนักงานที่อายุระหว่าง 20 ถึง 50 ปีเท่านั้น สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="768 336 1302 607">● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ตัวเลขจำนวนหนึ่งถ้าบวกด้วย 3 จะมีค่าไม่เกิน 10 และถ้าตัวเลขนั้นคูณด้วย 2 จะมีค่ามากกว่า 15 สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร สมมติให้ตัวเลขนั้นคือ X <li data-bbox="768 707 1302 978">● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ตัวเลขจำนวนหนึ่งเมื่อหารด้วย 4 จะได้เศษศูนย์ และเมื่อคูณด้วย 3 จะมีค่าเท่ากับ 24 สามารถเขียนเป็นนิพจน์ได้อย่างไร สมมติให้ตัวเลขนั้นคือ X <li data-bbox="768 1078 1302 1349">● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ตัวเลขจำนวนหนึ่งเมื่อหารด้วย 4 จะได้เศษศูนย์ และเมื่อคูณด้วย 3 จะมีค่าเท่ากับ 24 สามารถเขียนเป็นนิพจน์ได้อย่างไร สมมติให้ตัวเลขนั้นคือ X <li data-bbox="768 1450 1302 1720">● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ตัวเลขจำนวนหนึ่งเมื่อหารด้วย 4 จะได้เศษศูนย์ และเมื่อคูณด้วย 3 จะมีค่าเท่ากับ 24 สามารถเขียนเป็นนิพจน์ได้อย่างไร สมมติให้ตัวเลขนั้นคือ X

ขั้นตอนการสอน	การประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
<p>ขั้นตอนที่ 3 : เจาะปัญหา (Executing)</p> <p>ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มีโดยการแก้ปัญหาทีละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ</p>					
<p>ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต นอกจากนี้วิธีการนี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้แล้ว เปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร</p>					

ภาคผนวก จ.

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ จำนวนรวมทั้งสิ้น 18 ท่าน โดยมีรายชื่อ ตำแหน่ง และหน่วยงานที่สังกัด ดังต่อไปนี้

1. รศ.ดร.พิสิฐ เมธาภัทร
ตำแหน่ง อธิการบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. รศ.ดร.มนต์ชัย เทียนทอง
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. ดร.ประคิษฐ์ เหมือนนิก
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. รศ.ดร.วรพจน์ กวีสุระเดช
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สังกัด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5. รศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สังกัด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. ผศ.ชนทรรศน์ พลเดช
ตำแหน่ง ประธานหลักสูตรสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์
สังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

7. อาจารย์วิวัฒน์ จุฑาหะวงค์
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
8. อาจารย์เอกรัตน์ สุขะสุคนธ์
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
9. คุณอารีย์ จิวรรักษ์
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักกำกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
สังกัด กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
10. คุณสมบุรณ์ เมฆไพบูลย์วัฒนา
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมและพัฒนารัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์
สังกัด สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
11. คุณมานะชัย บุญเอก
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการศูนย์ปฏิบัติการต่อสู้เพื่อเอาชนะยาเสพติด
สังกัด สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
12. คุณยุพน เซาว์พานนท์
ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ
สังกัด บริษัทอินเทอร์แอกทีฟ อินฟอร์เมชัน ซิสเต็ม จำกัด
13. คุณสุยุทธ วิสิษฐ์ยุทธศาสตร์
ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ
สังกัด บริษัทอินเทลลิเจนท์ คอมมิวนิเคชั่น จำกัด
14. คุณวิรัตน์ อมรเลิศวิทย์
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการกลุ่มสารสนเทศ
สังกัด กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

15. คุณวรพจน์ ชัยพรหมประสิทธิ์
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการศูนย์สารสนเทศมาตรฐาน
สังกัด สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

16. คุณนพรัตน์ ชัยบัณฑิตย์
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการกลุ่มวิเคราะห์และออกแบบระบบ
สังกัด ศูนย์สารสนเทศโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม

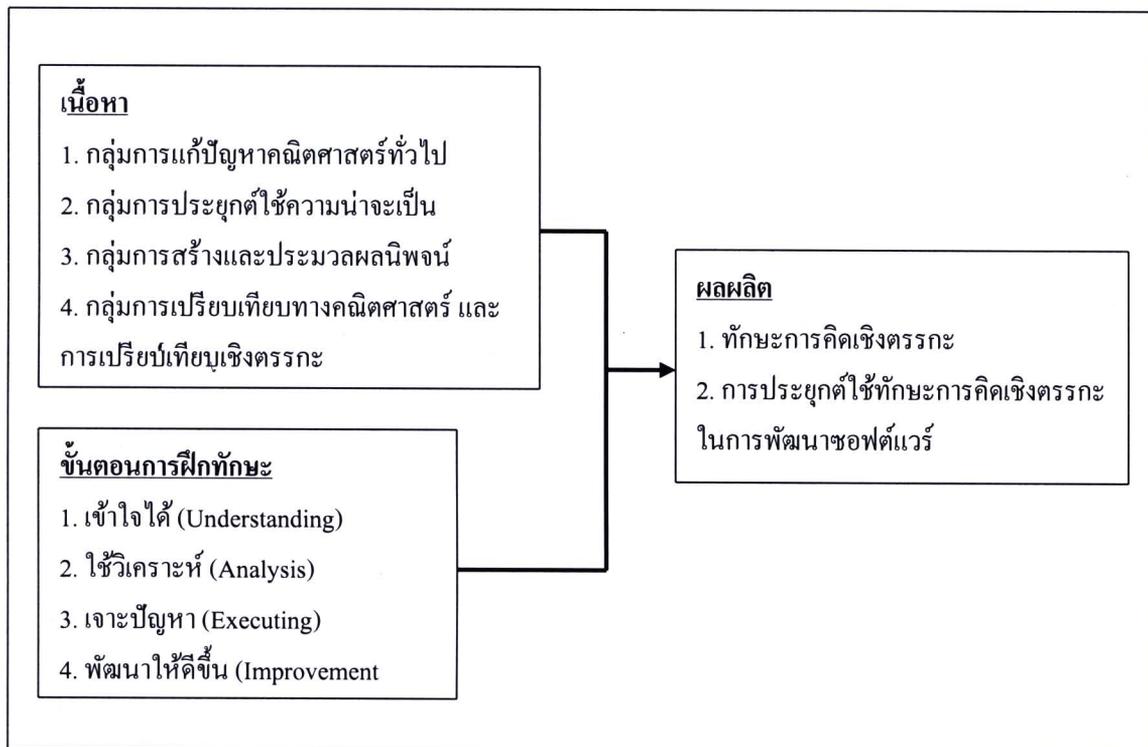
17. คุณวัชรินทร์ จามจรี
ตำแหน่ง System Analyst
สังกัด Professional Computer Co., Ltd.

18. คุณธิพาพร ชั้นอินทร์งาม
ตำแหน่ง Senior Supervisor Administration App
สังกัด บมจ. สหวิริยา สตีล อินดัสตรี จำกัด

ภาคผนวก ฉ.

รูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์

ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนคือ 1) เนื้อหาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงตรรกะ 2) ขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ และ 3) ผลผลิตโดยใช้เนื้อหาในข้อที่ 1 และขั้นตอนการเรียนการฝึกทักษะในข้อที่ 2 ดังแสดงในรูป



รูปที่ 1 แสดงรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

รูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ส่วนนั้นจะมีความสัมพันธ์การทำงานที่เชื่อมโยงกัน คือ เนื้อหาวิชาประกอบด้วย 4 กลุ่มเนื้อหา ได้แก่ กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป กลุ่มการประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น กลุ่มการสร้างและประมวลผลนิพจน์ และกลุ่มการเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ โดยแต่ละเนื้อหาแต่ละส่วนจะต้องเรียนรู้ตามขั้นตอนการฝึกทักษะ จำนวน 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่

ขั้นตอนเข้าใจได้ ขั้นตอนวางแผน ขั้นตอนประมวลผล และขั้นตอนประเมินผล ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้ผ่านการเรียนรู้ทั้ง 4 กลุ่มเนื้อหาตาม 4 ขั้นตอนการฝึกทักษะแล้วจะทำให้เกิดผลผลิต คือ ผู้เรียนเกิดทักษะด้านการคิดเชิงตรรกะ และสามารถประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงตรรกะในการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่อไป

ในแต่ละขั้นตอนการสอนนั้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เป็นรูปแบบที่มีความเฉพาะเจาะจงกับการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ โดยมีหลักการดังนี้ คือ เข้าใจได้ ใช้วิเคราะห์ เจาะปัญหา พัฒนาให้ดีขึ้น

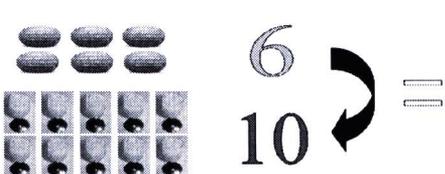
เนื้อหากลุ่มที่ 1: กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบอัลกอริทึม และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาโปรแกรมอื่นๆ ได้

ตัวอย่างปัญหา

ถ้าแดง โม 6 ลูก สามารถทำเป็นน้ำแดง โม ได้ 10 แก้ว ถ้าต้องการทำน้ำแดง โม 30 แก้วจะต้องใช้แดง โม กี่ลูก

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)</p> <p>ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหาว่า ปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้น จะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้นอยู่ตรงที่ใด การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไรเป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้ จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> จากตัวอย่างปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการคือ จำนวนของแดง โม ที่จะทำน้ำแดง โม ได้ 30 แก้ว สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้คือ แดง โม 6 ลูก ทำเป็นน้ำแดง โม ได้ 10 แก้ว จากตัวอย่างปัญหา ไม่มีข้อมูลที่ที่ไม่สำคัญ โดยทั้งหมดสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ จากตัวอย่างปัญหาสามารถวาดรูปได้ดังนี้ 

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหายังไง โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีประโยชน์หรือจำเป็นต่อการแก้ปัญหาออก โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยแล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป</p>	<p>ตัวอย่างการดำเนินการ</p> <ul style="list-style-type: none"> จากตัวอย่างปัญหา องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ 1) เรื่องอัตราส่วน พร้อมทั้งการทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ และ 2) เรื่องสัดส่วน ซึ่งแสดงถึงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน ขั้นตอนเริ่มต้นของการแก้ปัญหาผู้สอนจะเชื่อมโยงการแก้ปัญหากับองค์ความรู้เดิมคือเรื่องอัตราส่วนและสัดส่วนตามขั้นตอนดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> โดยนำสิ่งที่โจทย์กำหนดมา นำจำนวนแดง โมกับน้ำแดง โมมาเขียนในรูปของอัตราส่วนเป็น $6:10$ หรือเป็นรูปเศษส่วนคือ $\frac{6}{10}$ โดยแสดงความสัมพันธ์ดังรูป <div style="text-align: center;">  </div> แต่จากโจทย์เราทราบจำนวนน้ำแดงโม แต่เราต้องการทราบจำนวนแดงโม เราก็นำมาเขียนในรูปอัตราส่วนเช่นเดียวกัน <div style="text-align: center;">  </div> นำอัตราส่วนทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน เพื่อเตรียมหาคำตอบต่อไป <div style="text-align: center;"> $\frac{6}{10} = \frac{?}{30}$ </div>

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 3 : เจาะปัญหา (Executing)</p> <p>ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มีโดยการแก้ปัญหที่ละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ</p>	<p>● ในขั้นตอนนี้จะเริ่มดำเนินการแก้ปัญหตามที่ได้วางแผนไว้ในขั้นตอนที่ 2 ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จากการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้กับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบแสดงดังรูป $\frac{6}{10} = \frac{?}{30}$ 2. เริ่มต้นการแก้ปัญหา โดยการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนและสัดส่วน คือการคูณไขว้กันระหว่างเศษของชุดแรกกับส่วนของชุดที่สอง $\frac{6}{10} \leftarrow \frac{?}{30}$ 3. แล้วสร้างสมการเพื่อหาคำตอบที่ต้องการ $\frac{6 \times 30}{10} = ?$ 4. หาคำตอบที่ต้องการซึ่งจะได้คำตอบ $18 = ?$

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต นอกจากนี้วิธีการนี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้ แล้วเปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนจะทำการตรวจสอบคำตอบที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ • วิเคราะห์หาแนวทางอื่น ว่าสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ และองค์ความรู้อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะพบว่ามียัตราส่วนอย่างต่ำที่เข้ามาเกี่ยวข้อง • ในการหาอัตราส่วนอย่างต่ำนั้น เราจะต้องหาตัวเลขที่สามารถหารได้ทั้งเศษและส่วนจากตัวอย่าง $\frac{6}{10}$ • หาตัวเลขที่สามารถหารทั้ง 6 และ 10 ได้ ซึ่งก็คือ 2 ที่สามารถหาร 6 และ 10 ลงตัว จะได้ผลลัพธ์คือ $\frac{3}{5}$ • เพราะฉะนั้นจะได้ว่าอัตราส่วนอย่างต่ำของ $\frac{6}{10}$ คือ $\frac{3}{5}$ $\frac{6}{10} = \frac{3}{5}$ • และเปรียบเทียบอัตราส่วนอย่างต่ำของ $\frac{18}{30}$ ก็เท่ากับ $\frac{3}{5}$ เช่นกัน $\frac{18}{30} = \frac{3}{5}$ • และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของทั้งสองคือ $\frac{6}{10}$ และ $\frac{18}{30}$ ต่างก็มีอัตราส่วนอย่างต่ำเท่ากับ $\frac{3}{5}$ ซึ่งแสดงว่ามีอัตราส่วนที่เท่ากัน

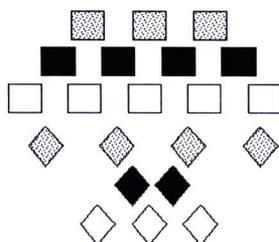
เนื้อหากลุ่มที่ 2: กลุ่มการประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น

วัตถุประสงค์

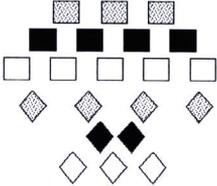
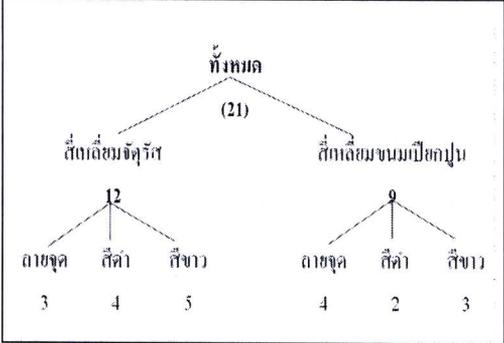
เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเรื่องความน่าจะเป็น และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการระบุถึงความเป็นไปได้ทั้งหมด พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว และประยุกต์ใช้ตอนวิเคราะห์และออกแบบอัลกอริทึม

ตัวอย่างปัญหา

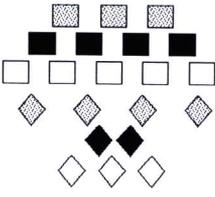
ในกล่องๆ หนึ่งบรรจุวัตถุรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งแต่ละแบบมี 3 ลักษณะคือมีลายจุด มีสีดำ และมีสีขาว ดังแสดงในรูปด้านล่าง จะมีความเป็นไปได้เท่าไรในการที่จะหยิบวัตถุที่มีลักษณะเป็นลายจุด



ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)</p> <p>ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้น จะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้นอยู่ที่ตรงไหน การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไร เป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้ จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ โอกาสในการที่จะหยิบวัตถุที่มีลายจุดเป็นจำนวนเท่าไร ● วัตถุรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> ○ สี่เหลี่ยมจัตุรัสลายจุด 3 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีดำ 4 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีขาว 5 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนลายจุด 4 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนสีดำ 2 ชิ้น ○ สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนสีขาว 3 ชิ้น

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	<ul style="list-style-type: none"> ● แสดงรายละเอียดดังภาพที่ปรากฏในโจทย์ 
<p>ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีความเชื่อมโยงหรือจำเป็นต่อการแก้ปัญหาลง โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด และ 2) เหตุการณ์ที่สนใจ ● วาดรูปภาพแสดงความสัมพันธ์  ● การแก้ปัญหามี 2 ส่วนคือ หาเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด และหาเหตุการณ์เฉพาะที่สนใจ แล้วนำมาเขียนในรูปของอัตราส่วนหรือสัดส่วน
<p>ขั้นตอนที่ 3 : เจาะปัญหา (Executing)</p> <p>ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในขั้นตอนนี้จะเริ่มดำเนินการแก้ปัญหตามที่ได้วางแผนไว้ในขั้นตอนที่ 2 ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> ○ ทีมจตุรัสลายจุด 3 ชั้น ○ ทีมจตุรัสสีดำ 4 ชั้น ○ ทีมจตุรัสสีขาว 5 ชั้น

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหาที่มีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มีโดยการแก้ปัญหาทีละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ</p>	<p>○ สี่ขนมเปียกปูนลายจุด 4 ชิ้น</p> <p>○ สี่ขนมเปียกปูนสีดำ 2 ชิ้น</p> <p>○ สี่ขนมเปียกปูนสีขาว 3 ชิ้น</p> <p>เพราะฉะนั้นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดเท่ากับ $3+4+5+4+2+3=21$</p> <p>และเหตุการณ์ที่สนใจ คือสี่เหลี่ยมลายจุด ประกอบด้วย</p> <p>○ สี่เหลี่ยมจัตุรัสลายจุด 3 ชิ้น</p> <p>○ สี่ขนมเปียกปูนลายจุด 4 ชิ้น</p> <p>เพราะฉะนั้นเหตุการณ์ที่สนใจคือ $3+4=7$</p> <ul style="list-style-type: none"> ● นำเหตุการณ์ที่สนใจและเหตุการณ์ทั้งหมดมาเขียนในรูปอัตราส่วนจะได้เท่ากับ $7/21$ ● เพราะฉะนั้นในการหยิบวัตถุในกล่องดังกล่าว โอกาสในการที่จะหยิบวัตถุที่มีลายจุดจะเท่ากับ $7/21$ นั่นเอง
<p>ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต นอกจากนี้วิธีการนี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหแบบเดียวกันได้ แล้วเปรียบเทียบกับแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนจะทำการตรวจสอบคำตอบที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ ● นอกจากนี้ผู้สอนจะเชื่อมโยงความรู้ไปยังกลุ่มเนื้อหาที่ 1 ซึ่งได้แก่เรื่องอัตราส่วนที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้ พร้อมทั้งสรุปแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	<ul style="list-style-type: none"> ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง โดยจากข้อกำหนดเดิมดังรูป <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุที่มีสีดำ ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุสีเหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีสีดำ หรือสีขาว ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุสีเหลี่ยมขนมเปียกปูนซึ่งเป็นลายจุด หรือสีขาว ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุซึ่งเป็นลายจุด หรือสีดำ ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง คือในกล่องๆ หนึ่งบรรจุเมล็ดถั่วแดง 5 เมล็ด เมล็ดถั่วเขียว 7 เมล็ด และเมล็ดถั่วลิสง 4 เมล็ด <ul style="list-style-type: none"> ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุซึ่งเป็นลายจุด หรือสีดำ ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าไรในการที่จะหยิบเมล็ดถั่วแดงหรือถั่วลิสง ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง คือในกล่องๆ หนึ่งบรรจุเมล็ดถั่วแดง 5 เมล็ด

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	<p>เมล็ดถั่วเขียว 7 เมล็ด และเมล็ดถั่วลิสง 4 เมล็ด</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าใดที่จะหยิบวัตถุ ซึ่งเป็นลายจุด หรือสีดำ ○ จะมีความเป็นไปได้เท่าไรในการที่จะหยิบเมล็ดถั่วแดงหรือถั่วลิสง ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง คือมีลูกแก้วหลากสีบรรจุอยู่ในกล่องประกอบ ด้วยลูกแก้วสีขาว 7 ลูก สีเขียว 5 ลูก สีเหลือง 5 ลูก และสีดำ 3 ลูก <ul style="list-style-type: none"> ○ จะมีโอกาสเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีขาว ○ จะมีเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีขาว หรือสีเขียว ○ จะมีโอกาสเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีเขียวหรือสีเหลือง ○ จะมีโอกาสเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีเหลืองหรือสีดำ ○ จะมีโอกาสเท่าไรที่จะหยิบได้ลูกแก้วสีดำหรือขาว

เนื้อหากลุ่มที่ 3: กลุ่มการสร้างและประมวลผลนิพจน์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการแปลงปัญหาต่างๆ ไปเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ มีความเข้าใจในการลำดับความสำคัญของการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ การประยุกต์ใช้ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหาก็เกี่ยวข้องได้

ตัวอย่างปัญหา

นาย ก. มีเงิน 1,200 บาท นำไปฝากธนาคารได้ดอกเบี้ยร้อยละ 5 ต่อปี เมื่อฝากครบหนึ่งปีแล้ว นาย ก. จะได้อดอกเบี้ยกี่บาท

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)</p> <p>ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้น จะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้น อยู่ตรงที่ใด การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไร เป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้ จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการคือ <ol style="list-style-type: none"> 1) นิพจน์คณิตศาสตร์ และ 2) จำนวนดอกเบี้ยที่จะได้ ● จากโจทย์ที่กำหนดให้ นั้น นาย ก. มีเงิน 1,200 บาท และจะได้ดอกเบี้ยร้อยละ 5 เมื่อฝากเงินครบ 1 ปี
<p>ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากตัวอย่างปัญหา องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> 1) การแปลงประโยคเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ 2) การคำนวณดอกเบี้ยเงินฝาก

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>มาแล้วและในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีความเชื่อมโยงหรือจำเป็นต่อการแก้ปัญห่ออก โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● วางแผนการแก้ปัญหาลำดับคือ <ul style="list-style-type: none"> ○ สร้างนิพจน์คณิตศาสตร์ ○ กำหนดขนาดดอกเบี้ยเงินฝาก
<p>ขั้นตอนที่ 3 : ละเอียดปัญหา (Executing)</p> <p>ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหตามขั้นตอนโดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มีโดยการแก้ปัญหาละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากโจทย์โดยนำทุกส่วนที่เกี่ยวข้องมาใช้ได้แก่ จำนวนเงิน 1,200 และดอกเบี้ยเงินร้อยละ 5 ต่อปี ● สามารถสร้างนิพจน์ได้ดังนี้ $1200 * 5/100$ ● จำนวนดอกเบี้ยที่จะได้เท่ากับ $1200 * 5/100 = 60$ บาท
<p>ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนจะทำการตรวจสอบคำตอบที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ในอนาคต นอกจากนี้วิธีการนี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้ แล้วเปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● นาย ข. มีเงินอยู่ 1,000,000 บาท ต้องการบริจาคให้การกุศล 10% ที่เหลือแบ่งให้ลูกๆ 3 คนๆละเท่าๆ กัน ลูกๆ ของนาย ค. จะได้รับเงินคนละเท่าใด โดยเขียนในรูปนิพจน์ ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง 20% ของ 25% ของ 40 มีค่าเท่าใด ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า A คือราคาสินค้า ในการซื้อสินค้าเราจะต้องจ่ายภาษีมูลค่าเพิ่มอีก 7% จากราคาสินค้า จงทำการเขียนนิพจน์ในการคำนวณราคาสินค้าที่ต้องจ่าย ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้าไม้ท่อนหนึ่งยาว A เมตร ต้องการตัดเป็นท่อน โดยมีขนาดท่อนละ 50 เซนติเมตร จะตัดไม้ได้กี่ท่อน ● จงเขียนนิพจน์เพื่อคำนวณราคาสินค้า ประกอบด้วยรายการสินค้าดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> ○ สินค้า A จำนวน 5 ชิ้นๆ ละ 10 บาท ○ สินค้า B จำนวน 2 ชิ้นๆ ละ 20 บาท ○ สินค้า C จำนวน 4 ชิ้นๆ ละ 12 บาท จงหาผลรวมของราคาสินค้าทั้งหมด

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	<ul style="list-style-type: none"> ● จงเขียนนิพจน์เพื่อคำนวณส่วนลดของสินค้า โดย <ul style="list-style-type: none"> ○ สินค้า A จำนวน 20 ชิ้นๆ ละ 5 บาท ○ สินค้า B จำนวน 10 ชิ้นๆ ละ 7 บาท โดยมีส่วนลด 10% จากราคาซื้อ ● จงเขียนนิพจน์การคำนวณหาพื้นที่สามเหลี่ยมโดยมีความกว้างของฐาน a เซ็นติเมตร และความสูง b เซ็นติเมตร ● จงเขียนนิพจน์การคำนวณพื้นที่สนามกว้าง a เซ็นติเมตร ยาว b เซ็นติเมตร และพื้นที่บ้านกว้าง c เซ็นติเมตร ยาว d เซ็นติเมตร จงหาความแตกต่างระหว่างพื้นที่สนามและพื้นที่บ้าน ● เลขจำนวนหนึ่ง คือ $\frac{1}{2}$ ของ $\frac{1}{5}$ ของ $\frac{1}{4}$ ของ 500 คือจำนวนใด ● มีตัวเลขอยู่จำนวนหนึ่ง ต้องการทดสอบว่าตัวเลขนั้นเป็นเลขที่สามารถตรวจสอบโดยใช้นิพจน์ทางคณิตศาสตร์อย่างไร โดยสมมติให้ตัวเลขนั้นมีค่าเท่ากับ Y

เนื้อหากลุ่มที่ 4: กลุ่มการเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ การเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์ การเปรียบเทียบเชิงตรรกะ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการตั้งเงื่อนไขสำหรับการตัดสินใจ หรือเงื่อนไขสำหรับการวนลูป

ตัวอย่างปัญหา

ถ้า X เป็นจำนวนเต็มซึ่งมีค่ามากกว่า 5 แต่มีค่าน้อยกว่า 9 สามารถเขียนเป็นนิพจน์เปรียบเทียบได้อย่างไร

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)</p> <p>ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้น จะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้นอยู่ตรงที่ใด การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไร เป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้ จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> จากตัวอย่างปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการคือ นิพจน์การเปรียบเทียบคณิตศาสตร์ จากโจทย์ที่กำหนดให้ นั่น X มีค่ามากกว่า 5 แต่มีค่าน้อยกว่า 9
<p>ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> จากตัวอย่างปัญหา องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> การแปลงประโยคเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ การใช้การเปรียบเทียบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีประโยชน์หรือจำเป็นต่อการแก้ปัญหาลง โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป</p>	<p>และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● วางแผนการแก้ปัญหาลงตามลำดับคือ <ul style="list-style-type: none"> ○ สร้างนิพจน์คณิตศาสตร์ ได้แก่ มากกว่า น้อยกว่า มากกว่าเท่ากับ น้อยกว่าเท่ากับ ไม่เท่ากับ เป็นต้น ○ นำนิพจน์คณิตศาสตร์มาเชื่อมกันโดยใช้การเปรียบเทียบเชิงตรรกะ ได้แก่ และ (AND) หรือ (OR) ปฏิเสธ (NOT)
<p>ขั้นตอนที่ 3 : เจาะปัญหา (Executing)</p> <p>ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาลงตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มิโดยการแก้ปัญหาทีละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● จากโจทย์โดยนำทุกส่วนที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการเขียนนิพจน์แบบทั่วไปคือ $5 < X < 9$ แต่โจทย์กำหนดให้มีการสร้างนิพจน์โดยใช้การเปรียบเทียบเชิงตรรกะ ● สามารถสร้างนิพจน์ได้ดังนี้คือ <ol style="list-style-type: none"> 1) $X > 5$ 2) $X < 9$ ● นำนิพจน์ที่ได้ทั้งสองมาเชื่อมต่อโดยใช้การเปรียบเทียบเชิงตรรกะ ได้ดังนี้ $X > 5 \text{ AND } X < 9$
<p>ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)</p> <p>ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนจะทำการตรวจสอบคำตอบที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหามาว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
<p>ในอนาคต นอกจากวิธีหานี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้ แล้วเปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า X เป็นจำนวนเต็มซึ่งมากกว่า 5 แต่น้อยกว่า 9 แล้ว X สามารถเป็นตัวเลขใดได้บ้าง ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า X เป็นเลขคู่มีค่าตั้งแต่ 20 ขึ้นไป สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า X เป็นตัวเลขซึ่งผลคูณของด้วยตัวเองมีค่าไม่น้อยกว่า 10 สามารถเขียนเป็นประโยคได้อย่างไร ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง สถานที่แห่งหนึ่งอนุญาตให้บุคคลที่อายุมากกว่า 20 ปี แต่ไม่เกิน 30 ปี เข้าเยี่ยมชมได้ สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้า x คือสมาชิกของสระในภาษาอังกฤษ สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร เพื่อรองรับสมาชิกทั้งหมด ● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ถ้ากำหนดเงื่อนไขว่าคนที่สามารถเข้าทำงานได้คือพนักงานที่อายุระหว่าง 20 ถึง 50 ปีเท่านั้น สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ตัวอย่างการดำเนินการ
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="768 323 1302 596">● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ตัวเลขจำนวนหนึ่งถ้าบวกด้วย 3 จะมีค่าไม่เกิน 10 และถ้าตัวเลขนั้นคูณด้วย 2 จะมีค่ามากกว่า 15 สามารถเขียนเป็นเงื่อนไขได้อย่างไร สมมติให้ตัวเลขนั้นคือ X <li data-bbox="768 694 1302 967">● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ตัวเลขจำนวนหนึ่งเมื่อหารด้วย 4 จะได้เศษศูนย์ และเมื่อคูณด้วย 3 จะมีค่าเท่ากับ 24 สามารถเขียนเป็นนิพจน์ได้อย่างไร สมมติให้ตัวเลขนั้นคือ X <li data-bbox="768 1065 1302 1338">● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ตัวเลขจำนวนหนึ่งเมื่อหารด้วย 4 จะได้เศษศูนย์ และเมื่อคูณด้วย 3 จะมีค่าเท่ากับ 24 สามารถเขียนเป็นนิพจน์ได้อย่างไร สมมติให้ตัวเลขนั้นคือ X <li data-bbox="768 1437 1302 1710">● ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะเพิ่มเติมดังตัวอย่าง ตัวเลขจำนวนหนึ่งเมื่อหารด้วย 4 จะได้เศษศูนย์ และเมื่อคูณด้วย 3 จะมีค่าเท่ากับ 24 สามารถเขียนเป็นนิพจน์ได้อย่างไร สมมติให้ตัวเลขนั้นคือ X

ภาคผนวก ช.

Group Assessment of Logical Thinking Skills (GALT)



GALT

Group Assessment of Logical Thinking

http://faculty.cua.edu/bunce/BCCE/GALT_test.doc

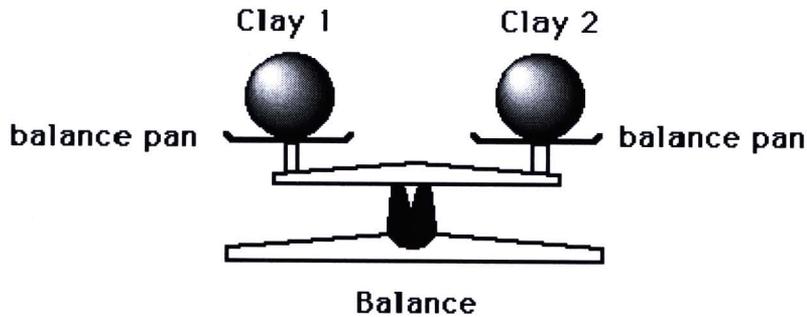
Developed by:

Roadranga, Yeany,
and Padilla
University of Georgia,
1982

Question 1 (1 point)

Piece of Clay

John has two balls of clay. They are the same size and shape. When he places them on the balance, they weigh the same.



Both balls of clay are removed from the balance pans. Clay 2 is flattened like a pancake.



WHICH OF THESE STATEMENTS IS TRUE?

- A. The pancake-shaped clay weighs more.
- B. The two pieces weigh the same.
- C. The ball weighs more.

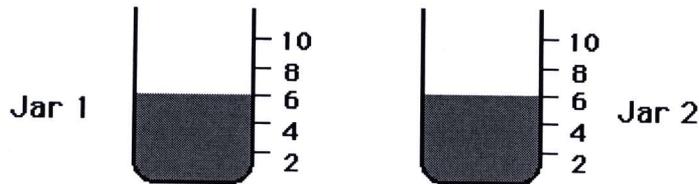
SELECT THE REASON FOR YOUR ANSWER:

- 1. You did not add or take away any clay.
- 2. When clay 2 was flattened like a pancake, it had greater area.
- 3. When something is flattened, it loses weight.
- 4. Because of its density, the round ball had more clay in it.

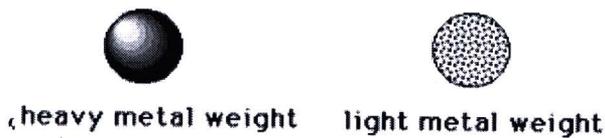
on 2 (1 point)

Metal Weights

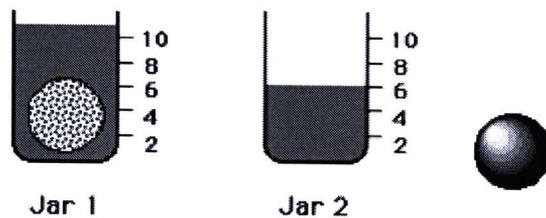
as two jars. They are the same size and shape. Each is filled with the same amount of water.



o has two metal weights of the same volume. One weight is light. The other is heavy.



vers the light weight into jar 1. The water level in the jar rises and looks like this:



HEAVY WEIGHT IS LOWERED INTO JAR 2, WHAT WILL HAPPEN?

The water will rise to a higher level than in jar 1.

The water will rise to a lower level than in jar 1.

The water will rise to the same level as in jar 1.

T THE REASON FOR YOUR ANSWER:

The weights are the same size so they will take up equal amounts of space.

The heavier the metal weight, the higher the water will rise.

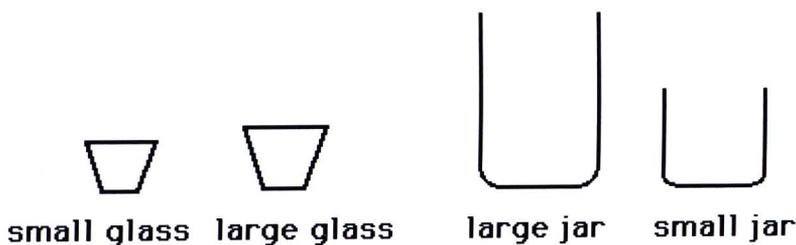
The heavy metal weight has more pressure, therefore the water will rise.

The heavier the metal weight, the lessr the water will rise.

Question 3 (1 point)

Glass Size #2

The drawing shows two glasses, a small one and a large one. It also shows two jars, a small one and a large one.



It takes 15 small glasses of water or 9 large glasses of water to fill the large jar. It takes 10 small glasses of water to fill the small jar.

HOW MANY LARGE GLASSES DOES IT TAKE TO FILL THE SAME SMALL JAR?

- A. 4
- B. 5
- C. 6
- D. other

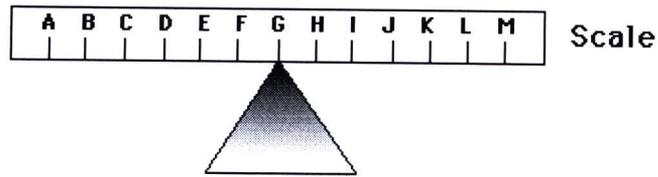
ELECT THE REASON FOR YOUR ANSWER:

1. It takes five less small glasses of water to fill the small jar. So it will take five less large glasses of water to fill the same jar.
2. The ratio of small to large will always be 5 to 3.
3. The small glass is half the size of the large glass. So it will take about half the number of small glasses to fill up the same small jar.
4. There is no way of predicting.

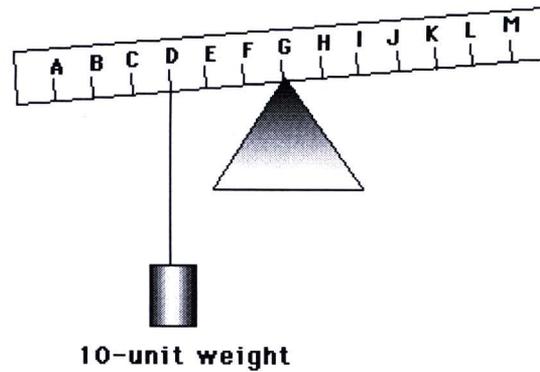
Question 4 (1 point)

Scale #1

Joe has a scale like the one below.



When he hangs a 10-unit weight at point D, the scale looks like this:



WHERE WOULD HE HANG A 5-UNIT WEIGHT TO MAKE THE SCALE BALANCE AGAIN?

- A. at point J
- B. between K and L
- C. at point L
- D. between L and M
- E. at point M

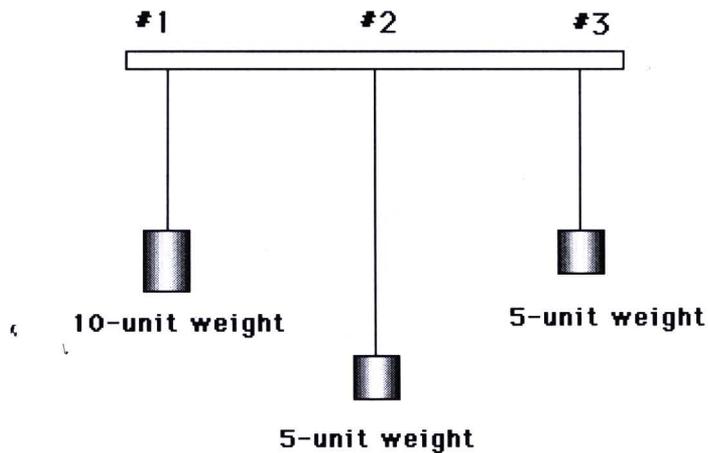
SELECT THE REASON FOR YOUR ANSWER:

1. It is half the weight so it should be put at twice the distance.
2. The same distance as 10-unit weight, but in the opposite direction.
3. Hang the 5-unit weight further out, to make up for its being smaller.
4. All the way at the end gives more power to make the scale balance.
5. The lighter the weight, the further out it should be hung.

Question 5 (1 point)

Pendulum Length

Three strings are hung from a bar. String #1 and #3 are of equal length. String #2 is longer. Charlie attaches a 5-unit weight at the end of string #2 and at the end of string #3. A 10-unit weight is attached at the end of string #1. Each string with a weight can be swung.



Charlie wants to find out if the length of the string has an effect on the amount of time it takes the string to swing back and forth.

WHICH STRING AND WEIGHT WOULD HE USE FOR HIS EXPERIMENT?

- A. string #1 and #2
- B. string #1 and #3
- C. string #2 and #3
- D. string #1, #2 and #3
- E. string #2 only

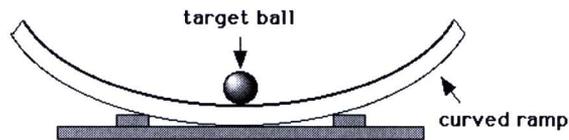
SELECT THE REASON FOR YOUR ANSWER:

1. The length of the strings should be the same. The weights should be different.
2. Different lengths with different weights should be tested.
3. All strings and their weights should be tested against all others.
4. Only the longest string should be tested. The experiment is concerned with length not weight.
5. Everything needs to be the same except the length so you can tell if length makes a difference.

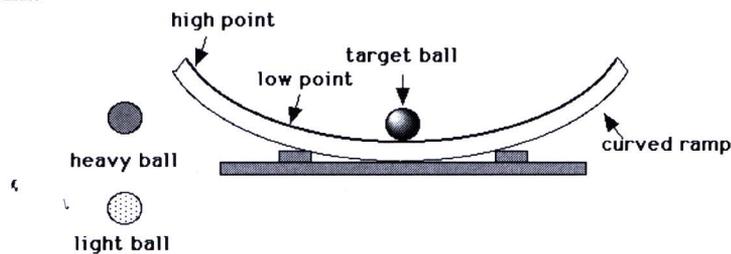
Question 6 (1 point)

Ball #1

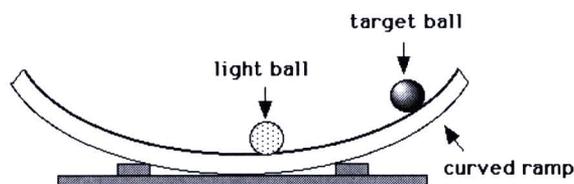
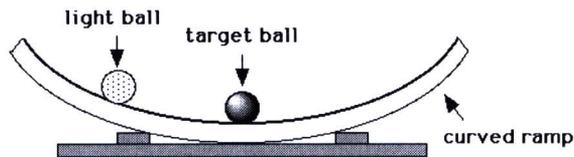
Eddie has a curved ramp. At the bottom of the ramp, there is one ball called the target ball.



There are two other balls, a heavy one and a light one. He can roll one ball down the ramp and hit the target ball. This causes the target ball to move up the other side of the ramp. He can roll the balls from two different points, a low point and a high point.



Eddie released the light ball from the low point. It rolled down the ramp. It hit and pushed the target ball up the other side of the ramp.



He wants to find out if the point a ball is released from makes a difference in how far the target ball goes.

TO TEST, THIS WHICH BALL WOULD HE NOW RELEASE FROM THE HIGH POINT?

- A. the heavy ball
- B. the light ball

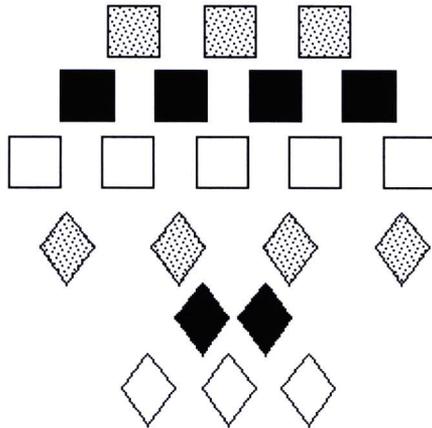
SELECT THE REASON FOR YOUR ANSWER:

1. He started with the light ball, he should finish with it.
2. He used the light ball the first time. The next time he should use the heavy ball.
3. The heavy ball would have more force to hit the target farther.
4. The light ball would have to be released from the high point in order to make a fair comparison.
5. The same ball must be used as the weight of the ball does not count.

Question 7 (1 point)

Squares and Diamonds #1

In a cloth sack, there are



All of the square pieces are the same size and shape. The diamond pieces are also the same size and shape. One piece is pulled out of the sack.

WHAT ARE THE CHANCES THAT IT IS A SPOTTED PIECE?

- A. 1 out of 3
- B. 1 out of 4
- C. 1 out of 7
- D. 1 out of 21
- E. other

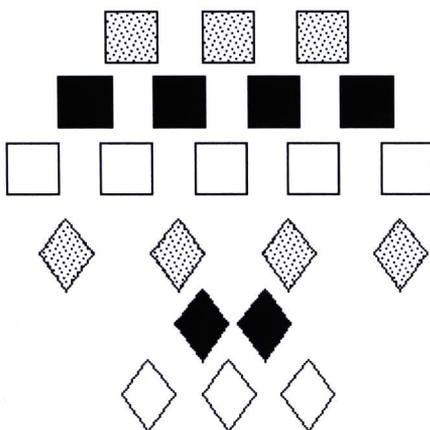
SELECT THE REASON FOR YOUR ANSWER:

1. There are twenty-one pieces in the cloth sack. One spotted piece must be chosen from these.
2. One spotted piece needs to be selected from a total of seven spotted pieces.
3. Seven of the twenty-one pieces are spotted pieces.
4. There are three sets in the cloth sack. One of them is spotted.
5. $\frac{1}{4}$ of the square pieces and $\frac{4}{9}$ of the diamond pieces are spotted.

Question 8 (1 point)

Squares and Diamonds #2

In a cloth sack, there are



All of the square pieces are the same size and shape. The diamond pieces are also the same size and shape. Reach in and take the first piece you touch.

WHAT ARE THE CHANCES OF PULLING OUT A SPOTTED DIAMOND OR A WHITE DIAMOND?

- A. 1 out of 3
- B. 1 out of 9
- C. 1 out of 21
- D. 9 out of 21
- E. other

SELECT THE REASON FOR YOUR ANSWER:

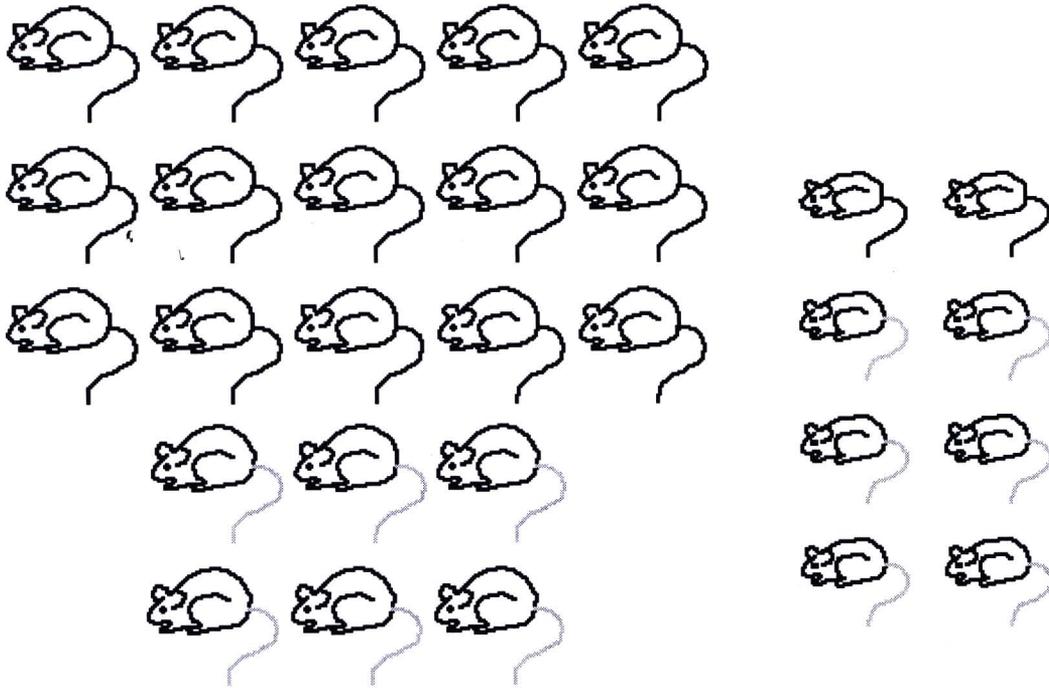
1. Seven of the twenty-one pieces are spotted or white diamonds.
2. $\frac{4}{7}$ of the spotted and $\frac{3}{8}$ of the white pieces are diamonds.
3. Nine of the twenty-one pieces are diamonds.
4. One diamond piece needs to be selected from a total of twenty-one pieces in the cloth sack.
5. There are 9 diamond pieces in the cloth sack. One piece must be chosen from these.

Question 9 (1 point)

The Mice

A farmer observed the mice that live in his field. He found that the mice were either fat or thin. Also, the mice had either black tails or white tails.

This made him wonder if there might be a relation between the size of a mouse and the color of its tail. So he decided to capture all of the mice in one part of his field and observe them. The mice that he captured are shown below.



DO YOU THINK THERE IS A RELATION BETWEEN THE SIZE OF THE MICE AND THE COLOR OF THEIR TAILS (THAT IS, IS ONE SIZE OF MOUSE MORE LIKELY TO HAVE A CERTAIN COLOR TAIL AND VICE VERSA)?

- A. Yes
- B. No

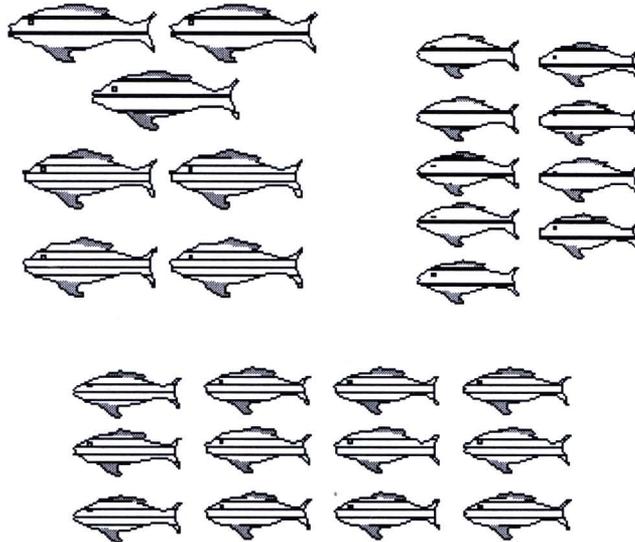
SELECT THE REASON FOR YOUR ANSWER:

1. $5/7$ of the fat mice have black tails and $3/4$ of the thin mice have white tails.
2. Fat and thin mice can have either a white tail or a black tail.
3. Not all fat mice have black tails. Not all thin mice have white tails.
4. 17 mice have black tails and 12 have white tails.
5. 21 mice are fat and 8 mice are thin.

Question 10 (1 point)

The Fish

Some of the fish below are big and some are small. Also some of the fish have wide stripes on their sides. Others have narrow stripes.



IS THERE A RELATIONSHIP BETWEEN THE SIZE OF THE FISH AND THE KIND OF STRIPES IT HAS (THAT IS, IS ONE SIZE OF FISH MORE LIKELY TO HAVE A CERTAIN TYPE OF STRIPES AND VICE VERSA)?

- A. Yes
- B. No

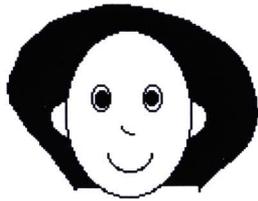
SELECT THE REASON FOR YOUR ANSWER:

1. Big fish and small fish can have either wide or narrow stripes.
2. $\frac{3}{7}$ of the big fish and $\frac{9}{21}$ of the small fish have wide stripes.
3. 7 of the fish are big and 21 are small.
4. Not all big fish have wide stripes and not all small fish have narrow stripes.
5. $\frac{12}{28}$ of fish have wide stripes and $\frac{16}{28}$ of fish have narrow stripes.

Question 11 (1 point)

The Dance

After dinner, some students decide to go dancing. There are three boys: Albert (A), Bob (B), and Charles (C), and three girls: Louise (L), Mary (M) and Nancy (N).



Louise



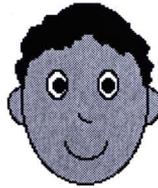
Mary



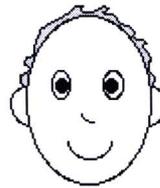
Nancy



Charles



Albert



Bob

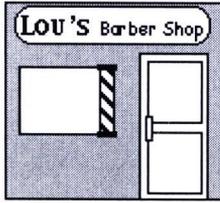
One possible pair of dance partners is A-L, which means ALBERT and LOUISE.

LIST ALL OTHER POSSIBLE PAIRS OF DANCE PARTNERS. TO REDUCE THE NUMBER OF POSSIBLE ANSWERS TO THIS QUESTION, YOU CAN RESTRICT THE POSSIBLE COMBINATIONS TO BOYS AND GIRLS DANCING WITH EACH OTHER.

Question 12 (1 point)

The Shopping Center

In a new shopping center, 4 stores are going to be placed on the ground floor. A BARBER SHOP (B), a DISCOUNT STORE (D), a GROCERY STORE (G), and a COFFEE SHOP (C) want to locate there.



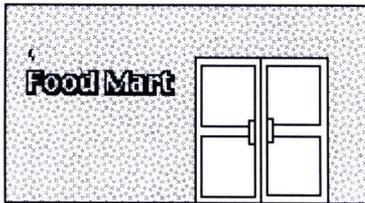
Barber Shop (B)



Discount Store (D)



Coffee Shop (C)



Grocery Store (G)

One possible way that the stores could be arranged in the 4 locations is BDGC. Which means the BARBER SHOP first, the DISCOUNT STORE next, then the GROCERY STORE and the COFFEE SHOP last.

LIST ALL THE POSSIBLE WAYS THAT THE STORES CAN BE LINED UP IN THE FOUR LOCATIONS.

GALT: Group Assessment of Logical Thinking

Teacher Use Only
ID # _____

Questions 1 – 10 are each worth one point. In order to get the one point, the subject must get both the Best Answer and the Reason correct. There is no partial credit.

ITEM	BEST ANSWER	REASON
1. Piece of Clay	B	1
2. Metal Weights	C	1
3. Glass Size #2	C	2
4. Scale #1	E	1
5. Pendulum Length	C	5
6. Ball #1	B	4
7. Squares and Diamonds #1	A	3
8. Squares and Diamonds #2	A	1
9. The Mice	A	1
10. The Fish	B	2

Questions 11 and 12 are each worth one point. In order to get 1 point (no partial credit) the subjects answer must:

1. Be presented in a logical manner
2. Contain no fewer than 1 error/omission for question 11 and 3 errors/omissions for question 12

11. The Dance		9 items total			
A-L	C-L	_____	_____	_____	_____
A-M	C-M	_____	_____	_____	_____
A-N	C-N	_____	_____	_____	_____
B-L	_____	_____	_____	_____	_____
B-M	_____	_____	_____	_____	_____
B-N	_____	_____	_____	_____	_____

12. The Shopping Center				24 items total	
BDGC	DBCG	CBDG	GBCD	_____	_____
BDCG	DBGC	CBGD	GBDC	_____	_____
BCGD	DCBG	CDBG	G CBD	_____	_____
BCDG	DCGB	CDGB	GCDB	_____	_____
BGDC	DGBC	CGBD	GCBC	_____	_____
BGCD	DGCB	CGDB	GDCB	_____	_____

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบความคิดเชิงตรรกะ

Test of Logical Thinking Skills (TOLT)

Test of Logical Thinking (TOLT TEST)

Item 1; Orange Juice#1

Four large organs are squeezed to make six glasses of juice. How much juice can be made from six oranges?

- A. 7 glasses
- B. 8 glasses
- C. 9 glasses
- D. 10 glasses
- E. other

Reason

- A. The number of glasses compared to the number of organs will always be in ratio 3 to 2.
- B. With more oranges, the difference will be less.
- C. The difference in the numbers will always be two.
- D. With four oranges the difference was 2. With six oranges the difference would be two more.
- E. There is no way of predicting.

Item 2; Orange Juice#2

Given the information in Item 1, how many oranges are needed to make 13 glasses of juice?

- A. 6 1/2 glasses
- B. 8 2/3 glasses
- C. 9 glasses
- D. 11 glasses
- E. other

Reason

- A. The number of oranges compared to the number of glasses will always be in ratio 3 to 2.
- B. If there are seven more glasses, then five more oranges are needed.
- C. The difference in the numbers will always be two.
- D. The number of oranges will be half the number of glasses.
- E. There is no way of predicting the number of oranges.

Item 3; The Pendulum's Length

Suppose you wanted to do an experiment to find out if changing the length of a pendulum changed the amount of time it takes to swing back and forth. Which pendulums would you use for the experiment?

- A. 1 and 4
- B. 2 and 4
- C. 1 and 3
- D. 2 and 5
- E. all

Reason

- A. The longest pendulum should be tested against the shortest pendulum.

- B. All pendulum need to be tested against one another.
- C. As the length is increased the number of washers should be decreased.
- D. The pendulum should be the same length but the number of washers should be different.
- E. The pendulums should be different lengths but the number of washers should be the same.

Item 4; The Pendulum's Weight

Suppose you want to do an experiment to find out if changing the weight on the end of the string changed the amount of the time the pendulum takes to swing back and forth. Which pendulum would you use for the experiment?

- A. 1 and 4
- B. 2 and 4
- C. 1 and 3
- D. 2 and 5
- E. all

Reason

- A. The heaviest weight should be compared to the lightest weight.
- B. All pendulum need to be tested against one another.
- C. As the number of washer is increased the pendulum should be shortened.
- D. The number of washers should be different but the pendulum should be the same length.
- E. The number of washer should be the same but the pendulum should be different lengths.

Item 5; The Vegetable Seeds

A gardener bought a package containing 3 squash seeds and 3 bean seeds. If just one seed is selected from the package what are the changes that it is a bean seed?

- A. 1 out of 2
- B. 1 out of 3
- C. 1 out of 4
- D. 1 out of 6
- E. 4 out of 6

Reason

- A. Four selections are needed because the three squash seeds could have been chosen in a row.
- B. There are six seed from which one bean seed must be chosen.
- C. One bean seed needs to be selected from a total of three.
- D. One half of the seeds are bean seeds.
- E. In addition to a bean seed, three squash seeds could be selected from a total of six.

Item 6; The Flower Seeds

A gardener bought a package of 21 mixed seeds. The package content listed:

- 3 short red flowers
- 4 short yellow flowers
- 5 short orange flowers
- 4 tall red flowers

2 tall yellow flowers

3 tall orange flowers

If just one seed is planted, what are the chances that the plant that grows will have red flowers?

- A. 1 out of 2
- B. 2 out of 3
- C. 1 out of 7
- D. 1 out of 21
- E. other

Reason

- A. One seed has to be chosen from among those that grow red, yellow or orange flowers.
- B. $\frac{1}{4}$ of the short and $\frac{4}{9}$ of the tall are red.
- C. It does not matter whether a tall or a short is picked. One red seed needs to be picked from a total of seven red seeds.
- D. One red seed must be selected from a total of 21 seeds.
- E. Seven of the twenty one seeds will produce red flowers.

Item 7; The Mice

The mice shown represent a sample of mice captured from a part of a field. Are fat mice likely to have black tails and thin mice more likely to have white tails?

- A. Yes
- B. No

Reason

- A. $\frac{8}{11}$ of the fat mice have black tails and $\frac{3}{4}$ of the thin mice have white tails.
- B. Some of the fat mice have white tails and some of the thin mice have white tails.
- C. 18 mice out of thirty have black tails and 12 have white tails.
- D. Not all of the fat mice have black tails and not all of the thin mice have white tails.
- E. $\frac{6}{12}$ of the white tailed mice are fat.

Item 8; The Fish

Are fat more likely to have broad stripes than thin fish?

- A. Yes
- B. No

Reason

- A. Some fat fish have broad stripes and some have narrow stripes.
- B. $\frac{3}{7}$ of the fat fish have broad stripes.
- C. $\frac{12}{28}$ are broad striped and $\frac{16}{28}$ are narrow striped.
- D. $\frac{3}{7}$ of the fat fish have broad stripes and $\frac{9}{21}$ of the thin fish have broad stripes.
- E. Some fish with broad stripes are thin and some are fat.

ภาคผนวก ฅ.

ผลงานวิจัยที่ได้นำเสนอระหว่างการศึษา

ผลงานวิจัยที่ได้นำเสนอระหว่างการศึกษา

Peer-Reviewed Conference Proceedings

- นันทพร บุญเอก และไพบุลย์ เกียรติโกมล, 2549, “สมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทย”, การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งชาติ, ครั้งที่ 1, 7-8 ธันวาคม 2549, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร, หน้า 26-39
- Booneka, N., Koul, R. and Kiattikomol, P., 2007, “Grounded Theory Methodology and Culturally relevant Model of Competency: A pilot study”, **The 8th Annual Advance in Qualitative Methods Conference**, September 21-23, Alberta, Canada, p. 50
- Booneka, N. and Kiattikomol, P., 2008, “Competencies for Software industry: Mental model of software developer in Thailand”, **International Conference on Engineering Professional Ethics and Education: ICEPEE’08**, May 13-15, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 165-169
- Booneka, N. and Kiattikomol, P., 2008, “Ranking Competencies for Software Developers in Thailand”, **International Conference Sustainability in Higher Education: EDU-COM 2008**, November 19-21, Khon Kaen, Thailand, pp. 60-66

Journal Articles

- Booneka, N. and Kiattikomol, P., (2011), “The Effect of the Instructional Process on the Logical thinking Skills of Software Developers”, **The Social Sciences**, Vol 6, No 6, pp. 495-501

สมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทย

นันทพร (ชูแก้ว) บุญเอก
รศ.ดร.ไพบูลย์ เกียรติโกมล

ntpck@yahoo.com

ipaiomol@kmutt.ac.th

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถ.ประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทย โดยสะท้อนจากมุมมองของผู้บริหารด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยใช้วิธีการวิจัยแบบสร้างทฤษฎีจากข้อมูล (Grounded Theory) ซึ่งดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้บริหารด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์จำนวน 7 ท่าน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ซอฟต์แวร์ NVivo โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถจัดกลุ่มของสมรรถนะที่พึงประสงค์ได้ 4 กลุ่มคือ (1) กลุ่มการพัฒนาตนเอง เช่น การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (2) กลุ่มวิชาชีพ เช่น การเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจ (3) กลุ่มการทำงานร่วมกับผู้อื่น เช่น การทำงานเป็นทีม และ (4) กลุ่มการบริหารจัดการ เช่น การบริหารเวลา ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นกรอบในการดำเนินการเพื่อพัฒนาสมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยต่อไป

คำสำคัญ: สมรรถนะ / สมรรถนะของโปรแกรมเมอร์ / การวิจัยแบบสร้างทฤษฎีจากข้อมูล (Grounded Theory) / การวิจัยเชิงคุณภาพ

Abstract

The purpose of this research was to study programmer's competency model in Thailand. Using "grounded theory methodology", the researchers interviewed a group of manager level of software development sector in both public and private organization in Bangkok and then used NVivo software to code and analyze responses. The result of this research concludes with discussion of four themes that define the mental models of competencies deemed necessary by professionals: "competency for self-development" such as continuous learning, "competency for career

development” such as understands business process, “competency for corporation” such as teamwork, and “competency for management” such as time management.

Keywords: Competency / Competency for Programmer / Grounded Theory / Qualitative Analysis

ความสำคัญและที่มา

ปัญหาของอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ในประเทศไทย (1) ปัญหาการขาดแรงจูงใจเพื่อการลงทุนของบริษัทขนาดใหญ่ (2) ปัญหาการเกือหนุนจากตลาดทุน (3) ปัญหาการใช้เทคโนโลยีล้ำสมัย (4) ปัญหาขาดการพัฒนากระบวนการผลิตซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม [1] ซึ่งทำให้สำนักส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งประเทศไทย (SIPA) ได้กำหนดวิสัยทัศน์คือ “ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ของไทยให้ประเทศไทยปรากฏอยู่ในแผนที่อุตสาหกรรมซอฟต์แวร์โลกภายในปี 2553” และมียุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ของประเทศไทยประกอบด้วย (1) ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์สาขา Enterprise Software (2) ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์สาขา Animation & Multimedia (3) ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์สาขา Mobile Application และ (4) ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์สาขา Embedded Software [1] ปัจจุบันองค์กรต่างๆ ได้นำ Competency มาใช้ในการบริหารงานอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะด้านบริหารทรัพยากรมนุษย์ เช่น การสรรหา พัฒนา และการรักษาบุคลากรในองค์กร และช่วยให้ผลงานของบุคลากรตรงตามความต้องการขององค์กร [2] สำนักงาน ก.พ. ได้กำหนดนิยามของสมรรถนะว่าเป็น “คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ / ความสามารถ และคุณลักษณะอื่นๆ ที่ทำให้บุคคลสามารถสร้างผลงานได้โดดเด่นกว่าเพื่อนร่วมงานอื่นๆ ในองค์กร” [3] ประเภทของ Competency แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ Core Competency หมายถึง คุณสมบัติ (หรือคุณลักษณะ) พื้นฐานหลักที่ทุกตำแหน่งในองค์กร (ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายหรือแผนกใด) จะต้อง มี หรืออาจจะพูดอีกอย่างหนึ่งได้ว่า Core Competency นี้ถือเป็น “คุณสมบัติร่วม” ของทุกคนในองค์กรที่จะต้องมี และ Competency อื่นที่ไม่ใช่ Core Competency จะเป็นคุณสมบัติ (หรือคุณลักษณะ) ที่องค์กรต้องการสำหรับแต่ละตำแหน่งที่แตกต่างกันไป [4] ในการดำเนินการเพื่อให้ประสบความสำเร็จตามยุทธศาสตร์ของสำนักส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งประเทศไทย (SIPA) ได้นั้น งานด้านการพัฒนาบุคลากรถือเป็นปัจจัยสำคัญยิ่ง โดยเฉพาะการนำระบบสมรรถนะมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาบุคลากรรวมทั้งการพัฒนาองค์กร ซึ่งจะเป็นส่วนที่ขับเคลื่อนไปพร้อมๆ กับการพัฒนาทางด้านทักษะความรู้ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาถึงสมรรถนะเฉพาะตำแหน่งของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทย



วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทย พร้อมทั้งศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะที่พึงประสงค์ของ โปรแกรมเมอร์กับ โมเดลสำเร็จรูป สำหรับสายอาชีพทางด้านเทคนิค (Generic Competency Model for Technical Professional) และ ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะที่พึงประสงค์ของ โปรแกรมเมอร์กับสมรรถนะของข้าราชการพลเรือนไทย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ผู้ที่จะก้าวไปสู่อาชีพโปรแกรมเมอร์สามารถเตรียมความพร้อมของตนเองเพื่อให้ตรงกับความต้องการของสมรรถนะในสายงาน
- 2) ผู้ที่ประกอบอาชีพโปรแกรมเมอร์ สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาตนเอง เพื่อให้มีศักยภาพในสายงานมากยิ่งขึ้น
- 3) องค์กรสามารถนำผลการวิจัยมาใช้ในการระบุนักสรรหา และการพัฒนาพนักงานให้มีสมรรถนะในสายอาชีพได้
- 4) สถานศึกษาสามารถนำผลการวิจัยมาใช้ปรับปรุง พัฒนาหลักสูตรเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะตรงกับความต้องการในสายงาน

ขอบเขตของการศึกษา

ในการวิจัยสมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยครั้งนี้สะท้อนจากมุมมองของผู้บริหารที่เกี่ยวข้องทางด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ จำนวน 7 ท่าน

วิธีดำเนินการวิจัย

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือผู้บริหารทางด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ทั้งภาครัฐและเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 7 ท่าน

2) ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การดำเนินการวิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัยคือแบบสัมภาษณ์ ซึ่งแบบสัมภาษณ์ครอบคลุมคำถามดังนี้คือ ตำแหน่งหน้าที่ ความรับผิดชอบ ปัญหาที่ประสบซึ่งเกี่ยวข้องกับโปรแกรมเมอร์ วิธีการแก้ปัญหา และคุณลักษณะของโปรแกรมเมอร์ที่คาดหวัง เป็นต้น

3) การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ส่วนคือ ส่วนแรกดำเนินการศึกษาสมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยโดยใช้วิธีการวิจัยแบบสร้างทฤษฎีจากข้อมูล (Grounded Theory) และใช้ซอฟต์แวร์ NVivo ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีขั้นตอนคือ (1) ถอดเทปการสัมภาษณ์ (2) นำข้อมูลการสัมภาษณ์เข้าสู่โปรแกรม NVivo (3) ทำการให้

รหัสและวิเคราะห์ข้อมูล โดยการให้รหัสและวิเคราะห์ข้อมูลจะยึดตามแนวทางการสร้างทฤษฎีจากข้อมูล (Grounded Theory) และส่วนที่สองคือศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์กับโมเดลสำเร็จรูปสำหรับสายอาชีพทางด้านเทคนิค (Generic Competency Model for Technical Professional) และศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์กับสมรรถนะของข้าราชการพลเรือนไทย

สรุปผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 พบว่าสมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยจำนวนทั้งสิ้น 58 สมรรถนะ โดยจำแนกตามกลุ่มได้ 4 กลุ่ม คือ *กลุ่มการพัฒนาตนเอง* จำนวน 17 สมรรถนะ *กลุ่มวิชาชีพ* จำนวน 23 สมรรถนะ *กลุ่มการทำงานร่วมกับผู้อื่น* จำนวน 10 สมรรถนะ และ *กลุ่มการบริหารจัดการ* จำนวน 8 สมรรถนะ ในการจัดกลุ่มสมรรถนะออกเป็นแต่ละกลุ่มซึ่ง

กลุ่มที่หนึ่งคือ *กลุ่มการพัฒนาตนเอง* จะมุ่งเน้นที่ตัวของโปรแกรมเมอร์เป็นหลัก เช่น *การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง* คือการที่โปรแกรมเมอร์พยายามศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมตลอดเวลา เพื่อให้ตนเองมีความรู้ที่ทันสมัย สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ *ความอดทน* คือ การที่โปรแกรมเมอร์สามารถทำงานได้ในสภาวะที่กดดัน

กลุ่มที่สอง *กลุ่มวิชาชีพ* จะมุ่งเน้นความสามารถเฉพาะด้านสำหรับวิชาชีพโปรแกรมเมอร์ เช่น *การเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจ* คือการเข้าใจกระบวนการทำงาน หรือขั้นตอนในการปฏิบัติงานของลูกค้า *การมีศิลปะ* คือการพัฒนากระบวนการต่างๆ โดยการนำศิลปะมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อดึงดูดความสนใจให้กับผู้ใช้ระบบ

กลุ่มที่สาม *กลุ่มการทำงานร่วมกับผู้อื่น* จะมุ่งเน้นการทำงาน การประสานงานกับผู้อื่นทั้งภายในทีมและภายนอกทีม *การมีน้ำใจ* คือการช่วยเหลือผู้อื่นตามกำลังความสามารถของตนเอง

กลุ่มที่สี่ *กลุ่มการบริหารจัดการ* จะมุ่งเน้นในด้านการบริหาร จัดการต่างๆ เพื่อให้งานประสบความสำเร็จ เช่น *การบริหารเวลา การควบคุมสถานการณ์ ความยืดหยุ่น และ ความรอบคอบ* เป็นต้น สมรรถนะที่มีเปอร์เซ็นต์สูงสุดคือ 71.43 เปอร์เซ็นต์จำนวน 6 สมรรถนะ ได้แก่สมรรถนะ (1) *การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง* (2) *วุฒิภาวะทางอารมณ์* (3) *การเข้าใจความต้องการของลูกค้า* (4) *ทักษะความรู้ในวิชาชีพ* (5) *การทำงานเป็นทีม* และ (6) *การตรงต่อเวลา*

ตารางที่ 1 สมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ฯ แยกตามกลุ่ม จำนวน 4 กลุ่ม

1. กลุ่มการพัฒนาตนเอง	เปอร์เซ็นต์	2. กลุ่มวิชาชีพ	เปอร์เซ็นต์
การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง	71.43	การเข้าใจความต้องการของลูกค้า	71.43
วุฒิภาวะทางอารมณ์	71.43	ทักษะความรู้ในวิชาชีพ	71.43
การทำงานรวดเร็ว	42.86	การติดตามเทคโนโลยี	57.14
การมีแรงจูงใจในการทำงาน	28.57	ความรักในงาน	57.14
ความกระตือรือร้น	28.57	ความรับผิดชอบต่องาน	57.14
ความขยัน	28.57	การเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจ	42.86
ความทุ่มเทกับงาน	28.57	การคิดเชิงตรรกะ	42.86
สุขภาพแข็งแรง	28.57	การคิดเผื่ออนาคต	42.86
การแยกแยะปัญหาส่วนตัวและงาน	14.29	ความคิดสร้างสรรค์	42.86
การทันต่อการเปลี่ยนแปลง	14.29	การประยุกต์ใช้ความรู้	42.86
การทำงานโดยลำพัง	14.29	การมีศิลปะ	42.86
การปรับตัว	14.29	การคิดเชิงระบบ	28.57
การมีมุมมองเชิงบวก	14.29	ความเชี่ยวชาญในงาน	28.57
การมีสัมมาคารวะ	14.29	ทักษะในการเขียน โปรแกรม	28.57
การสู้งาน	14.29	ทักษะในการใช้เครื่องมือ	28.57
ความรับผิดชอบต่อตนเอง	14.29	ปฏิบัติตามมาตรฐาน	28.57
ความอดทน	14.29	การให้ความสำคัญกับงานทุกงาน	14.29
		การถ่ายทอดความรู้	14.29
		การทบทวนงานก่อนส่งมอบ	14.29
		การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	14.29
		การคิดต่อเองได้	14.29
		ปฏิบัติตามนโยบาย	14.29
		รักการให้บริการ	14.29

ตารางที่ 1 (ต่อ) สมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ฯ แยกตามกลุ่ม จำนวน 4 กลุ่ม

3. กลุ่มการทำงานร่วมกับผู้อื่น	เปอร์เซ็นต์	4. กลุ่มการบริหารจัดการ	เปอร์เซ็นต์
การทำงานเป็นทีม	71.43	การตรงต่อเวลา	71.43
การสื่อสารกับผู้อื่น	57.14	การบริหารเวลา	28.57
การมีน้ำใจ	42.86	การเป็นผู้นำ	14.29
การสื่อสารภายในทีม	42.86	การควบคุมสถานการณ์	14.29
การทำงานร่วมกับผู้อื่น	28.57	การมองภาพกว้าง	14.29
การประสานงานกับผู้อื่น	28.57	การมีวิสัยทัศน์	14.29
การยอมรับแนวคิดของผู้อื่น	28.57	ความยืดหยุ่น	14.29
การเห็นประโยชน์ของส่วนรวม	14.29	ความรอบคอบ	14.29
การประนีประนอม	14.29		
การมีมนุษยสัมพันธ์	14.29		

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระหว่างโมเดลสำเร็จรูปสำหรับสายอาชีพทางด้านเทคนิคกับสมรรถนะของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทย

โมเดลสำเร็จรูป สำหรับสายอาชีพทางด้านเทคนิค	สมรรถนะโปรแกรมเมอร์
การมุ่งผลสัมฤทธิ์ของงาน(Achievement Orientation)	ความรับผิดชอบต่องาน
ความถูกต้องของงาน (Concern of Order)	ความรอบคอบ / การทบทวนงานก่อนส่งมอบ
ความร่วมมือร่วมใจ (Teamwork and Cooperation)	การทำงานเป็นทีม
ความเชี่ยวชาญในอาชีพ (Expertise)	ความเชี่ยวชาญในงาน
การบริการลูกค้า (Customer Service Orientation)	รักการให้บริการ
การมองภาพองค์รวม (Conceptual Thinking)	การมองภาพกว้าง
การคิดวิเคราะห์(Analytical Thinking)	การคิดเชิงตรรกะ / การคิดเชิงระบบ
การมีอิทธิพลและจูงใจผู้อื่น(Impact and Influence)	การเป็นผู้นำ / การควบคุมสถานการณ์
การเป็นผู้ริเริ่มงาน(Initiative)	การคิดเผื่ออนาคต / การคิดสร้างสรรค์
ความมั่นใจในตนเอง (Self-Confidence)	ความรักในงาน / การสู้งาน / ความอดทน / ความรับผิดชอบต่องาน
การเข้าใจผู้อื่น (Interpersonal Understanding)	การเข้าใจความต้องการของลูกค้า
การสืบเสาะหาข้อมูล (Information-Seeking)	การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง / การติดตามเทคโนโลยี

การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างโมเดลสำเร็จรูปสำหรับสายอาชีพทางด้านเทคนิค(Generic Model for professional) กับ สมรรถนะของโปรแกรมเมอร์ ปรากฏว่าทั้งสองโมเดลมีความสอดคล้องกัน โดยยึดหลักตามคำอธิบายของสมรรถนะโมเดลสำเร็จรูป สำหรับสายอาชีพทางด้านเทคนิค

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบระหว่างสมรรถนะข้าราชการพลเรือนไทยกับสมรรถนะของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทย

สมรรถนะข้าราชการพลเรือนไทย	สมรรถนะโปรแกรมเมอร์
การมุ่งผลสัมฤทธิ์	ความรับผิดชอบต่องาน
ความถูกต้องของงาน	ความรอบคอบ
ความร่วมมือร่วมใจ	การทำงานเป็นทีม
การสั่งสมความเชี่ยวชาญในสาขาอาชีพ	ความเชี่ยวชาญในงาน
การบริการที่ดี	รักการให้บริการ
ความยืดหยุ่นผ่อนปรน	ความยืดหยุ่น
การคิดวิเคราะห์	การคิดเชิงตรรกะ / การคิดเชิงระบบ
จริยธรรม	การมีน้ำใจ / การเห็นประโยชน์ส่วนรวม

การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสมรรถนะข้าราชการพลเรือนไทย (จากสมรรถนะหลักจำนวน 5 สมรรถนะและสมรรถนะประจำกลุ่มงานสนับสนุนงานหลักทางเทคนิคเฉพาะด้าน 3 สมรรถนะ) กับสมรรถนะของโปรแกรมเมอร์ ปรากฏว่าทั้งสองโมเดลมีความสอดคล้องกัน โดยยึดหลักตามคำอธิบายของสมรรถนะข้าราชการพลเรือน

อภิปรายผล

จากการวิจัยพบว่าสมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยในมุมมองของผู้บริหารด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ ประกอบด้วยสมรรถนะทั้งหมด 58 สมรรถนะ โดยจำแนกตามกลุ่มได้ 4 กลุ่ม คือ กลุ่มการพัฒนาตนเอง จำนวน 17 สมรรถนะ กลุ่มวิชาชีพ จำนวน 23 สมรรถนะ กลุ่มการทำงานร่วมกับผู้อื่น จำนวน 10 สมรรถนะ และกลุ่มการบริหารจัดการ จำนวน 8 สมรรถนะ โดยสมรรถนะที่มีเปอร์เซ็นต์สูงสุดคือ 71.43 เปอร์เซ็นต์จำนวน 6 สมรรถนะ ได้แก่สมรรถนะ (1) การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (2) วุฒิภาวะทางอารมณ์ (3) การเข้าใจความต้องการของลูกค้า (4) ทักษะความรู้ในวิชาชีพ (5) การทำงานเป็นทีม และ (6) การตรงต่อเวลา

เมื่อเปรียบเทียบโมเดลสมรรถนะของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยกับโมเดลสำเร็จรูปสำหรับสายอาชีพทางด้านเทคนิค (Generic Model for professional) โมเดลทั้งสองมีความสอดคล้องกัน และโมเดลสำเร็จรูปสำหรับสายอาชีพทางด้านเทคนิคเป็นโมเดลสมรรถนะสำหรับทุกสาขาอาชีพที่เน้นการใช้ทักษะความรู้ด้านเทคนิค แต่โมเดลสมรรถนะของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยเน้นเฉพาะสายอาชีพทางด้านโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยเท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลสมรรถนะของข้าราชการพลเรือนไทยเฉพาะกลุ่มงานสนับสนุนงานหลักทางเทคนิคแล้วก็มีความสอดคล้องเช่นเดียวกันกับสมรรถนะของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทย และโมเดลสมรรถนะของข้าราชการพลเรือนไทยฯ ก็ครอบคลุมหลายตำแหน่งที่เน้นการใช้ทักษะความรู้ด้านเทคนิค แต่โมเดลสมรรถนะของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยเน้นเฉพาะสายอาชีพทางด้านโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทยเท่านั้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จได้เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดีทั้งจากคณาจารย์และเจ้าหน้าที่หลักสูตรปริญญาเอก สาขาานวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี รวมถึงบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- [1] มนู ורתิตลเชษฐ, 2549, “การส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ของประเทศไทย”, สำนักส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ (องค์กรมมหาชน) กรุงเทพฯ หน้า 17-20, หน้า 29-42
- [2] สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ, 2549, “แนวทางการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ด้วย *Competency Based Learning*”, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ หน้า 11
- [3] คณะทำงานโครงการสมรรถนะ, 2548, “คู่มือสมรรถนะราชการพลเรือนไทย”, บริษัทพี.เอ.อีฟวิ้ง จำกัด กรุงเทพฯ หน้า 4-12
- [4] ชำรงศักดิ์ คงคาสวัสดิ์, 2548, “เริ่มต้นอย่างไร...เมื่อจะนำ *COMPETENCY* มาใช้ในองค์กร”, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ หน้า 28-29
- [5] Spencer L., Spencer S., 1993, “*Competence At Work*”, John Wiley & Son, Inc., USA. pp. 15, pp. 159-170

Grounded Theory Methodology and Culturally Relevant Model of Competency: A Pilot Study

Nantaporn Booneka¹ R. Koul² Paiboon Kiattikomol³

1 Doctoral student, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand Email: ntpck@yahoo.com

2 Associate Professor of Science Education, Penn State University, USA, Email: ramankoul@yahoo.com

3 Associate Professor, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand, Email: ipaiomol@kmutt.ac.th

Abstract: “Competencies are culture-specific and, hence, bound by the culture in which they are acted out . . . behaviors that are understood as reflection of competency in one culture are not necessarily understood as competent in another culture” (Cooley & Roach, 1984, pg. 13). This is a brief description of an ongoing qualitative study on social, cultural and organizational dimensions of competencies for the computer programming industry in Thailand. The goal of the study is to produce a culturally relevant model of competency for programmers. The researchers are using grounded theory methodology to collect, analyze and report the results of interviews with managers working in a public software development organization in Bangkok.

Background

Competent behaviors reflect core competencies that are common to all employees in an organization and job competencies that are specific to each position (Hofstede, 1980; Lawler et. al., 1989; Komin, 1990; McGill, 1995; Sorod, 1991). Competency studies benefit the improvement of job description, employee selection, staff development, performance evaluation and promotion. Competency studies also benefit the development of academic program guidelines and curricular design. Most models of competency currently in use in Thailand, however, have been imported from western countries or have been formulated with western conceptualizations of the meaning of competency (Sriussadaporn-Charoenngam & Jablin, 1999). Quantitative methodologies (e.g., surveys, Delphi techniques) have dominated the research conducted on competency. Qualitative analysis of qualitative data on competency has received far less attention.

Grounded theory methodology and competency theory

It is difficult to generate theory with most qualitative methods because they are descriptive in nature. Ground theory methodology is different. It is an inductive method; theory emerges from data. Grounded theory methodology emphasizes the

importance of a systematic collection of data which leads to the development of a multivariate conceptual theory (Glaser & Strauss, 1967; Glaser, 1992; Strauss & Corbin, 1990; 1994). Grounded theory methodology can be used to study human behavior in organizations, groups, and other social configurations (Glaser, 1992) and can therefore assist in the development of a culturally relevant model of competency.

Procedure

We are interviewing six programmers working in a public organization in Bangkok, Thailand. We are asking the following questions in our incident-based approach to the interviews: “*Can you describe one or two incidents in your career that you have experienced in the job that are “high-points” or “major successes” in your career?*” “*Can you describe one or two incidents in your career that you have experienced in the job that are “low-points or “major failures” in your career?*” “*What was the incident?*” “*What did you learn from this experience?*” We are gathering and analyzing data, and comparing ongoing analysis to past analyses to clarify emerging theoretical relationships. The interplay between data collection, data analysis and conceptualization/theorizing is iterative. Interplay involves making three types of comparisons: 1) “Incidents” are compared with “incidents” to establish underlying uniformity in “concepts” and hypotheses; 2) “Concepts” are compared to more “incidents” to generate additional theoretical properties of concepts and more hypotheses; and 3) “Concepts” are compared to “concepts” to arrive at core variables central to a culturally relevant model of competency. The developing model represents similarities and variations in the mental models of six programmers’ perceptions of competent behavior for the programming industry.

References

- Brislin, R. W., Lonner, W. J., & Thornkike, R. M. (1973). *Cross-cultural research methods*. New York: Wiley.
- Embree, J. F. (1950). Thailand—A loosely structured social system. *American Anthropologist*, *52*, 181-193.
- Fieg, J. P. (1989). *A common core: Thais and Americans*. Intercultural Press.
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures*. New York: Basic Books.
- Glaser, B. G. & Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago, IL: Aldine Publishing Company.

- Glaser, B. G. (1992). Emergence vs. Forcing: Basics of Grounded Theory Analysis. Mill Valley, CA: Sociology Press.
- Hofstede, G. (1980). Culture's consequences: International differences in work-related values. Beverly Hills, CA: Sage.
- Komin, S. (1990). Culture and work-related values in Thai organizations. International Journal of Psychology, 25, 681-704.
- Komin, S. (1991). Psychology of the Thai people: Values and behavioral patterns. Bangkok, Thailand: Research Center, National Institute of Development Administration (NIDA).
- Lawler, J. A., Zaidi, M. A., & Atmiyanandana, V. (1989). Human resource strategies in southeast Asia: The case of Thailand. In A. Need, G. Ferris, & K. Rowland (Eds.), *Research in Personnel and human resources management supplement 1* (pp. 201-221). Greenwich, CT: JAI Press.
- McGill, A. L. (1995). American and Thai managers' explanations for poor company performance: Role perspective and culture in causal selection. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 61, 16-27.
- Sorod, Bung-on (1991). The influence of national and organizational cultures on managerial values, attitudes, and performance. Unpublished doctoral dissertation, University of Utah, Salt Lake City.
- Sriussadaporn-Charoenngam & Jablin, F. M. (1999). An exploratory study of communication competence in Thai Organizations, The Journal of Business Communication, 36(4), 382-418.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1990). Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Strauss A. & Corbin J. (1994). Grounded Theory Methodology - An Overview, In Handbook of Qualitative Research, N. K. Denzin and Y. S. Lincoln (Eds.), Sage Publications, Thousand Oaks, pp. 273-285.

COMPETENCIES FOR SOFTWARE INDUSTRY: MENTAL MODELS OF SOFTWARE DEVELOPER IN THAILAND

Nantaporn Booneka and Assoc. Prof. Dr.Paiboon Kiattikomol

King Mongkut's University of Technology Thonburi, Faculty of Industrial Education and
Technology, Learning Innovation in Technology Program
126 Pracha-U-Thit Road, Bangmod, Thungkru, Bangkok, Thailand
Tel: +66-0-24708508, Fax: +66-0-24278886
ntpck@yahoo.com, ipaiomol@kmutt.ac.th

Abstract. Competencies are used to assess the performance of workers and are helpful for making recruitment, placement, retention, and promotion decisions in organizations. The objective of this study is to develop *the competency model for software developers*. Researchers interviewed working professionals (software developers and managers) from government and private organizations in Bangkok, Thailand. The researchers used behavioral event interview (BEI) to collect data and used grounded theory methodology to analyze data. BEI interviews focused on one or two job related situations that were “high points/major successes” or “low points/major failures” in the careers of professionals. The result of this research concludes with competency-related incidents, themes and clusters of ideas that define the mental models of professionals.

Keywords: Competencies, Software industry, Industrial Education, Grounded Theory, Mental Models.

Introduction

Software industry is important for economics and social in each country and software developer or programmer is the one component for success in this industry. In the 1990s this profession need only “hard skill” but now it include “soft skill” (Friedman, 2005). The competency research includes both of behavioral activities and technical activities of work (Perdue, Ninemeier & Woods, 2002). It means software developers should have competency (hard and soft skill) that helps them work with efficiency.

Competency studies benefit the improvement of job description, employee selection, staff development, performance evaluation and promotion (Lucia & Lepsinger, 1999; Spencer & Spencer, 1993). Competency studies also benefit the development of academic program guidelines and curricular design. Most models of competency currently in use in Thailand, however, have been imported from western countries or have been formulated with western conceptualizations of the meaning of competency (Sriussadaporn-Charoenngam & Jablin, 1999).

The one approach for develop competency model is using grounded theory methodology which is inductive method; theory emerges from data. Grounded theory methodology emphasizes the importance of a systematic collection of data which leads to the development of a

multivariate conceptual theory (Glaser & Strauss, 1967; Glaser, 1992; Strauss & Corbin, 1990; 1994). Grounded theory methodology can be used to study human behavior in organizations, groups, and other social configurations (Glaser, 1992) and can therefore assist in the development of a culturally relevant model of competency.

Objective

The objective of this study is to develop the competency model for software developer in Thailand.

Outcomes of the study

- 1) Students who want to be software developers in Thailand can prepare themselves to meet requirement of professional competency
- 2) Software developers in Thailand can develop themselves to meet requirement of their company
- 3) Organizations can use the result from this research in recruitment, placement, retention, and promotion decisions
- 4) Universities and institutes in Thailand can use the result from this research to develop curriculum for training the students

Research Methodology

1) Procedure

The procedure for this research consisted of

- (1) Construct behavioral event interview (BEI).
- (2) Collect data from target group.
- (3) Analyze data.

2) Instrument for Data Collection

The instrument for collect data was interview, it called behavioral event interview (BEI).

This interview following questions in our incident-based approach to the interviews:

- Can you describe one or two incidents in your career that you have experienced in the job that are “*high-points*” or “*major successes*” in your career?
- Can you describe one or two incidents in your career that you have experienced in the job that are “*low-points*” or “*major failures*” in your career?
- What was the incident?
- What did you learn from this experience?

3) Collect data

We collected data from working professionals (software developers and managers) from government and private organizations in Bangkok, Thailand. Total number of interviewee is 15 people; compose of software developer 8 people (Male 3; Female 5) and manager 7 people (Male 5; Female 2). We used two times for each interviewee. First, we interviewed, transcribed data, analyzed data. After that we did the same first time, interviewed, transcribed and analyzed data. Mostly we used approximately 1.5-2 hours per interview. The reason for interview two times in each interviewee because in the first time if something that we did not cover after we analyzed data we could continue in second time, and it can help interviewee reflected what they did not

tell us in the first time.

4) Analysis of Data

The data were analyzed by grounded theory methodology. This method involves making three types of comparison (1) “Incidents” are compared with “incidents” to establish underlying uniformity in “concepts” and hypotheses; (2) “Concepts” are compared to more “incidents” to generate additional theoretical properties of concepts and more hypotheses; and (3) “Concepts” are compared to “concepts” to arrive at core variables central to a culturally relevant model of competency.

Results of the Study

After we used BEI to collect data and used grounded theory methodology to analyze data we found the competencies for Software Industry based on mental model of Software Developer in Thailand compose of 1) Expertise 2) Teamwork 3) Relation and Communication 4) Service Mind 5) Achievement 6) Flexibility 7) Leadership and Influence 8) Emotion and Ethics 9) Logical Thinking 10) Future Thinking 11) Creative Thinking 12) System Thinking

Expertise involves knowledge, skill, apply knowledge, continuous learning, continuous improve, follow up technology trend, follow by standard for software development, transfer knowledge, understand requirement of client, understand business process, prioritize jobs.

Software developer should have knowledge in programming language, coding program, and algorithm; they should have skill for develop software, skill for use tools to develop software. Software developer may work in with many organizations they should apply knowledge to with each organization. At the same time information technology change rapidly so they should continuous improve their job and continues learning to update their knowledge and follow up technology trend. In industrial software programmer work with standard they should follow by standard such as software development life cycle (SDLC), Capability Maturity Model for Software (CMM).

After software developer has knowledge, skill, they should transfer knowledge to team member, subordinate. The one part of develop software is to get requirement from client; it is better if programmer understand user’s requirement and then develop software base on user’s requirement for support client’s business and understand business process. Normally software developer work with multi-tasking, so they should prioritize the job and can manage what to do in sequence or parallel.

Teamwork involves individual working, team working, cooperation, collaboration, coordinate with other, follow by policy, and accept other’s idea.

Software development is the process that work with / collaborate with and cooperate with team member, when they work in team they should follow by team policy and accept other’s idea. When the head of team assign jobs to programmer, they should work by themselves. Sometime programmer contact to user or client for get requirement or delivery the system to user, so programmer should coordinate with user.

Relation and Communication involves communication with other, communication in team, good relationship, and respect to older people.

When develop software, software developer must to contact many people such as user, system analyst, project manager, they should establish good communication and good relation

with these people, in Thai context relation and communication are important part of success, it help them to work smoothly and efficiently, for Thai context the important part is to respect to older people that different from other context, the younger should respect and listen from older people who have a lot of experience. That means the younger and older people can work or joint together.

Service Mind software developer must service to client, so they must to have service mind and appreciate to help their client and service mind can help them to understand user need so they can serve to user need.

Achievement involves motivation, enthusiasm, diligence, patient, circumspect, responsibility, time management

Software developer should have motivation to work or want to work, enthusiasm or happy to work with, diligence, work hard or patient. Software development is the work that need circumspect or careful in each process of developing. At the same time, each job depends on time so programmer must to manage time, and has responsibility to finish job on schedule.

Flexibility involves compromise, flexibility. The requirement for develop software can change overtime, the development team should to ready to flexible or compromise for uncertain condition such as when the policy change then software must change follow by that policy, so programmer must to modify software.

Leadership and influence involves leadership, influence other, and control situation.

When software developer works with client, user needs them to suggest or advise because they are expert in information technology. Software developer can suggest or give them advice to solve the problem and can lead them. Sometime when user has his own way that not appropriate to work, programmer should influence them based on the better way. It is possible to conflict in among user, so programmer can control the situation and try to solve the conflict.

Emotion and Ethic involves emotional intelligence, sympathy, empathy, kind, fun-loving, calm-hearted, considerate, willingly helpful, and honest

For work with many people it can be conflict among people, so programmer should have emotional intelligence that they can control their emotion even though in stress situation. In Thai style programmer should be sympathy, empathy or understand user feeling, kind person, fun-loving and calm-hearted that user is not afraid when talk or give information to them. Considerate is not cross other's border, do thing follow by authority, willingly helpful is appreciate to help user or other people. Software developer should also honest, do their job in the right way not cheating.

Logical Thinking, System Thinking, Future Thinking, Creative Thinking Software developer should has logical thinking that help them to design algorithm, solve the problem, system thinking help programmer to think about whole system, and solve the problem for whole system not for subsystem, for develop software, programmer should think about future, after software launch it have a life of using software such as one year, two years, three year so programmer should develop software that can use for future not for present. For advance of develop software programmer should have creative thinking, it mean programmer should try to find or solve the problem in different way, that mean they should have creative thinking.

Conclusion and Discussion

This research explored the competency model for software developer based on mental model of software developer in Thailand and we found total 12 competencies. It represents the perception on Thai context. Most of competency models has been formulate with western conceptualization such as competency model for “*Technical and professional*” by Spencer and Spencer (Spencer & Spencer, 1993). This competency model studied includes software developer, engineers, applied research scientists, and technical job in a bank trust department that broader than our competency, our studied only focus on software developer in Thailand.

Table 1: Comparison between Spencer & Spencer Model and model for Software Developer in Thailand

Spencer & Spencer Model for <i>Technical and professional</i>	Competency model for <i>Software Developer in Thailand</i>
Achievement Orientation	Achievement
Impact and Influence	Leadership and Influence
Conceptual Thinking	Logical Thinking
Analytical Thinking	System Thinking
Initiative	Future Thinking
Self-Confident	Creative Thinking
Interpersonal Understanding	Relation and Communication
Concern for Order	Service Mind
Information-Seeking	Flexibility
Teamwork and Cooperation	Teamwork
Expertise	Expertise
Customer Service Orientation	Emotion and Ethic

Spencer & Spencer model has total 12 competencies; our model also has 12 competencies, both models has only 4 competencies that similar meaning

- 1) Achievement Orientation / Achievement
- 2) Impact and Influence / Leadership and Influence
- 3) Teamwork and Cooperation / Teamwork
- 4) Expertise

The way for finding competency model is general but the competency model for each career and context is difference and unique characteristic. This model that we developed from this study is appropriate for Thai context that suitable for Software developer in Thailand. From our research we found the competency for software developer 12 competencies, we can use these competencies for selection, training & development, succession planning, recruitment, compensation and performance appraisal in organization. (Lucia & Lepsinger, 1999; Spencer & Spencer, 1993) and it will benefit for student, software developer to prepare themselves or develop their competency to meet requirement of professional, and university can develop curriculum for training student that specific to Thai context.

References

- Friedman, T. (2005). *The World is Flat: A Brief history of the 21st Century*. New York: Farrar, Straus, and Giroux.
- Glaser, B. G. (1992). *Emergence vs. Forcing: Basics of Grounded Theory Analysis*. Mill Valley, CA: Sociology Press.
- Glaser, B. G. & Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago, IL: Aldine Publishing Company.
- Lucia, A. D., & Lepsinger, R. (1999). *The Art and Science of Competency Models*. San Francisco: Jossey-Bass / Pfeiffer.
- Perdue, J., Ninemeier, J. & Woods, R. (2002). Comparison of present and future competencies required for club managers. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 14/3, 142-146.
- Spencer, L., & Spencer, S. (1993). *Competence at Work*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sriussadaporn-Charoenngam & Jablin, F. M. (1999). An exploratory study of communication competence in Thai Organizations, *The Journal of Business Communication*, 36(4), 382-418.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1990). *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Strauss A. & Corbin J. (1994). *Grounded Theory Methodology - An Overview*, In *Handbook of Qualitative Research*, N. K. Denzin and Y. S. Lincoln (Eds.), Sage Publications, Thousand Oaks. pp. 273-285

RANKING COMPETENCIES FOR SOFTWARE DEVELOPERS IN THAILAND

NANTAPORN Booneka

Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
Thailand

E-mail: ntpck@yahoo.com

PAIBOON Kiattikomol

Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
Thailand

E-mail: paiboon.kia@kmutt.ac.th

Abstract

The purpose of this study was to prioritize/rank 12 existing software developer competencies and to find the pattern correlation among these competencies. A survey was designed to elicit responses from a target group (N=350) of software developers, system analysts, lecturers in Information and Communication Technology (ICT), ICT managers and others related to software industry (e.g. information technologist, software architect, computer technicians) in 14 organizations in Thailand. The return rate was 80.57% or 282 out of 350. Data were analyzed using descriptive statistics. Factor analysis was used to identify correlations among the 12 competencies. The 12 competencies were previously identified in a study of competencies for software developers in Thailand. The ranking was as follows: expertise; teamwork; logical thinking; system thinking; relation and communication; creative thinking; achievement; future thinking; emotion and ethic; flexibility; service mind; leadership and influence. In terms of correlations Future Thinking; System Thinking Relation & Communication; Teamwork are correlated. The second set of correlated factors are as follows: Leadership & Influence; Expertise; Emotion & Ethic; Flexibility. This research was limited to an investigation of competencies for software developers in Thailand only.

Keywords

Competencies / Software industry / Software Developer / Thailand / Factor Analysis

INTRODUCTION

Software developers are important keys to success of the software industry. In fact, as Turley and Bieman (1995) argue "Much effort has been placed in the development of engineering approaches to software development such as software tools, coding practices, and test technology. But the over-whelming determiner of software productivity and quality is still personnel and team capability" (p.19). Turley and Bieman further argue that software developers possess unique skills or competencies to solve problems related to software engineering. Boyatzis (1982, p.21) defined competency as "an underlying characteristic of a person which results in superior and/or effective performance in a job." The study of competencies can improve job descriptions, employee selection, staff development, performance evaluation and promotion (Lucia & Lepsinger, 1999; Spencer & Spencer, 1993).

A study by Booneka and Kiattikomol (2008) formulated a model of competencies for software developers specifically for the unique cultural, social and economic context of Thailand. The model identifies 12 competencies as follows: Expertise; Teamwork; Relationship and Communication; Service mind; Achievement; Flexibility; Leadership and influence; Emotion and ethic; Logical thinking; System thinking; Future thinking and Creative thinking. **Expertise** involves knowledge, skill, knowledge application, continuous learning, follow-up technology trends, standards for software development, transfer knowledge, understanding of client's requirements, understanding of the business process, and prioritizing of tasks. **Teamwork** involves individual work as well as team work; cooperation, collaboration, coordination with each other, follow-up policy-making and acceptance of other's idea. **Relation and communication** involve communication with others: communication in teams, good relationships, and respect for older people. **Service mind** involves appreciation and understanding of client's/user's needs. **Achievement** involves motivation, enthusiasm, diligence, patience, circumspection, responsibility and time management. **Flexibility** involves compromise and flexibility. **Leadership and influence** involve leadership, influence of others, and control of situations. **Emotion and ethic** involves

emotional intelligence, sympathy, empathy, kindness, playfulness, calmness, consideration, willingness to help and honesty. **Logical thinking** involves an ability to design algorithms. **System thinking** involves being able to design for the whole system. **Future thinking** involves planning for the future. **Creative thinking** involves an ability to solve problems in different ways.

Booneka and Kiattikomol's (2008) study did not rank or prioritize these 12 competencies. Nor did their study identify any correlations among the 12 competencies. The purpose of the study reported on in this paper therefore was 1) to prioritize/rank competencies and 2) to identify the correlation among competencies in their model. Result of this study will be useful to Thai students and software developers to prepare and develop themselves to meet the requirements of companies and organizations. The results can also be used for companies and organizations for purposes of recruitment, placement, retention and promotion. Finally, the results will be of use to institutions to develop curriculum to train students.

METHODOLOGY

Participants

The target group consisted of 350 software developers, system analysts, lecturers in ICT, ICT managers and the others (related to software industry) who work in 4 public (government) and 10 private organizations (software houses, financial company, ICT service company) in Bangkok, Thailand.

We first contacted by telephone the heads of the organizations to tell them about the study and to informally invite their participation. The heads then identified individuals within each organization to help with recruitment. These individuals were contacted by telephone or in person. They chose the people. Potential respondents were offered a small gift for participating. Next, letters of cooperation from the coordinating institution of the researchers (King Mongkut's University of Technology Thonburi, Faculty of Industrial Education and Technology) were sent to the organizations to outline the purpose of the study and to request their participation.

Instruments

Included with the letter was a survey. The survey was designed by the authors of this paper specifically for the study. It consisted of one page and two parts. The first part focused on demographic information such as gender, age, position and years of experience. The second part listed the 12 competencies and invited respondents to rank all competencies from lowest to highest with the number 12 being the highest. The survey listed the competencies in this order: expertise; teamwork; relation and communication; service mind; achievement; flexibility; leadership and influence; emotion and ethic; logical thinking; system thinking; future thinking; creative thinking. The survey included a brief (one or two lines) description of each competency. We estimated the completion time for each survey at 10-15 minutes approximately.

We present a section of the survey here. The survey was presented to participants in the Thai language with, in addition, labels in English for each competency.

Instruction: here is the list of Competencies for Software developer in Thailand; Please rank the competency from highest to lowest (12=highest, 1=lowest)

<i>Competency</i>	<i>Rank</i>
Expertise ; Expertise involves knowledge, skill, knowledge application, continuous learning, follow-up technology trends, standards for software development, transfer knowledge, understanding of client's requirements, understanding of the business process, and prioritize of tasks	
Teamwork ; Teamwork involves individual work as well as team work cooperation, collaboration, coordination with each other, follow-up policy-making and acceptance of other's idea.	
Relation and communication ; Relation and communication involve communication with others: communication in teams, good relationships, and respect for older people.	
Service mind ; Service mind involves appreciation and understanding of client's/user's needs.	
Achievement ; Achievement involves motivation, enthusiasm, diligence, patience, circumspection, responsibility and time management..	

<i>Competency</i>	<i>Rank</i>
Flexibility; Flexibility involves compromise and flexibility	
Leadership and influence; Leadership and influence involve leadership, influence of others, and control of situations.	
Emotion and ethic; Emotion and ethic involves emotional intelligence, sympathy, empathy, kindness, playfulness, calmness, consideration, willingness to help and honesty.	
Logical thinking; Logical thinking involves an ability to design algorithms.	
System thinking; System thinking involves being able to design for the whole system.	
Future thinking; Future thinking involves planning for the future.	
Creative thinking; Creative thinking involves an ability to solve problems in different ways.	

Response rate and analysis

The response rate was 80.57%. Two hundred eighty two individuals returned questionnaire among the 350 potential respondents. We analyzed demographic data by descriptive statistics (sum, mean, and standard deviation). To determine the rankings, we totalled the numbers from 1-12 assigned by all 282 participants for each competency. We also calculated the mean and standard deviation for each competency. We then used factor analysis to identify the correlations among the 12 competencies.

FINDINGS

Table 1 provides a summary of the demographic or respondent profile, classified by gender, age, position and year of experience. Table 2 provides descriptive data of 12 competencies as ranked by respondents. Finally Table 3 provides factor analysis.

Table 1: Demographic information

<i>Characteristic</i>	<i>Item</i>	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>
Gender	Male	130	46.1
	Female	152	53.9
Age (years)	20-24	47	16.6
	25-29	87	30.8
	30-34	71	25.1
	35-39	37	13.1
	40-44	20	7
	45-49	10	3.5
	> 49	10	3.5
Position	Software Developer	72	25.5
	System Analyst	42	14.9
	Lecturer in ICT	14	5
	ICT Manager	14	5
	Other (related to ICT)	140	49.6
Year of experience	1-3	96	34
	4-6	58	20.6
	7-9	37	13.1
	10-12	36	12.8
	13-15	20	7.1
	≥ 15	35	12.4

Table 2: Descriptive data of 12 competencies as ranked by respondents

Competencies	Total	Mean	Std. Deviation
Expertise	2,637	9.35	3.215
Teamwork	2,347	8.32	2.979
Logical Thinking	2,247	7.97	2.923
System Thinking	2,131	7.56	2.977
Relation and Communication	2,052	7.28	2.909
Creative Thinking	1,897	6.73	3.217
Achievement	1,855	6.58	2.900
Future Thinking	1,588	5.63	3.139
Emotion and Ethic	1,472	5.22	3.173
Flexibility	1,460	5.18	2.542
Service Mind	1,373	4.87	3.437
Leadership and Influence	941	3.34	3.019

Table 3: Factor Matrix – After Rotation

Variables	Factors	
	<i>F1: Teamwork thinking</i>	<i>F2: Leadership professional</i>
Future Thinking	.823	
System Thinking	.800	
Relation and Communication	.766	
Teamwork	.679	
Leadership and Influence		.731
Expertise		.688
Emotion & Ethic		.575
Flexibility		.463

We used factor analysis (principal components analysis varimax with Kaiser Normalization, rotation converged in 3 iterations) to determine the correlation among the 12 competencies. Factor loading of 12 items of the scale produced two factors. We labeled Factor 1 as “Teamwork Thinking”. We labeled Factor 2 as “Leadership Professional” as shown in Table 3.

DISCUSSION

The results indicate that software developers’ competencies should be professional worker, who has experience, can work in team, show logical and systematic thinking and be able to communicate and create relations within a team and with other people. This ranking reflects the perceptions of those working in the software development industry in Thailand. Spencer and Spencer (1993) conducted a similar study in which they ranked competencies of software developers, engineers, applied research scientists, and technicians in a bank department in 24 countries. A comparison of ranked competencies between our results and Spencer and Spencer’s is as follows

Table 4: Comparison between Spencer and Spencer (1993) and the present rankings (1=highest)

Spencer & Spencer		Our Study	
<i>Competency</i>	<i>Rank</i>	<i>Rank</i>	<i>Competency</i>
Achievement Orientation	1	7	Achievement
<i>Impact and Influence</i>	2	12	<i>Leadership and Influence</i>
<i>Conceptual Thinking</i>	3	3	<i>Logical Thinking</i>
<i>Analytical Thinking</i>	4	4	<i>System Thinking</i>
Initiative	5	8	Future Thinking
Self-Confident	6	6	Creative Thinking
Interpersonal Understanding	7	5	Relation and Communication
Concern for Order	8	11	Service Mind
Information-Seeking	9	10	Flexibility
<i>Teamwork and Cooperation</i>	10	2	<i>Teamwork</i>
<i>Expertise</i>	11	1	<i>Expertise</i>
Customer Service Orientation	12	9	Emotion and Ethic

Spencer and Spencer's study was similar to ours in that we were both working with a similar set of 12 competencies. In terms of similarities between the results of their study and ours, we note for example that they ranked Conceptual Thinking (3) Analytical Thinking (4) similarly to ours Logical Thinking (3) and System Thinking (4). These types of thinking are not exactly the same however; it is interesting to note that in both studies, these thinking skills were ranked at the same level. This would appear to indicate that Thai software developers hold similar beliefs about the competencies related to thinking as do their counterparts in other countries. It should not be surprising that thinking skills would rank so high (at a level of 3 or 4) in this profession which involves working with algorithms and abstractions.

The similarities however are limited to those competencies. In fact, we observed more differences than similarities between their results and ours. We observed for example, that whereas our respondents ranked expertise at the top (# 1), in Spencer and Spencer's study, it was ranked almost at the bottom (# 11). Likewise, Teamwork and Cooperation ranked at the bottom (# 10) for Spencer and Spencer, yet it was ranked at the top (# 2) in our study. We note as a limitation in our study that expertise and teamwork were listed as items 1 and 2 respectively in the survey. It is possible, therefore, that our respondents were influenced by the position of the items in the survey. However, we also observe that items listed at the top in the survey were also ranked at the bottom in the respondents ranking. For example, Creative thinking was item 12 on our survey yet ranked as number 6 by respondents.

The difference between the importance of teamwork for Spencer and Spencer's respondents versus ours could possibly be due to the fact that teamwork may be considered a more important competency in general in all fields in 2008 whereas, in 1993, when Spencer and Spencer conducted their study, teamwork may not have been as important. The fact that competencies may change over time and that they are subject to larger social, cultural or economic trends is to be expected. However, we do not know why teamwork ranked so differently in the two studies. We do not for example know if teamwork might be more important in the Thai culture. Cooley and Roach (1984, p.13) argue that "Competencies are cultural-specific and, ... behaviors that are understood as reflection of competency in one culture are not necessarily understood as competent in another culture".

Other differences observed include the fact that while they ranked Impact and Influence at a high level (# 2), our respondents ranked Leadership and Influence at a low level (# 12). This difference may be due to a difference in terminology. Their label did not include the word leadership. While their respondents ranked achievement at the top, our respondents ranked it in the middle approximately. In general, the differences in results between might Spencer and Spencer's study and ours could be due to the fact that theirs was conducted more than 10 years before ours. Also, they focused on many countries whereas we focused specifically on Thailand. In addition, they included not only software developers but other related professions and practices.

In terms of demographics, we note that we had a slightly larger group of men than women respondents although we conjecture that the differences in gender are too small to account for any of the results. It was beyond the scope of this study to differentiate rankings based on gender. However, it would be interesting to observe whether, for example, females ranked higher than males the competencies such as emotion and ethics or relation and communication. We do not know whether fact that the largest group in terms of years of experience had only three year may have influenced the rankings. For example, it is possible that those with fewer years or experience may rank differently than those with more years of experience. We collected and provided demographic information on respondents in order to ensure that our group was not too weighted towards a particular demographic e.g. all males and few females. Our demographic appears fairly balanced we believe. However, in future studies, it may be of interest to study differences or similarities in rankings between for example females versus males or those with few versus a large number of years of experience.

CONCLUSIONS, LIMITATIONS AND IMPLICATIONS

The purpose of this study was to prioritize/rank 12 existing software developer competencies and to find the pattern correlation among these competencies. A survey was designed to elicit responses from a target group (N=350) of software developers, system analysts, lecturers in Information and Communication Technology (ICT), ICT managers and others related to software industry (e.g. information technologist, software architect, computer technicians) in 14 organizations in Thailand. The return rate was 80.57% or 282 out of 350. Data were analyzed using descriptive statistics. Factor analysis was used to identify correlations among the 12 competencies.

The 12 competencies were previously identified in a study of competencies for software developers in Thailand. The ranking was as follows: expertise; teamwork; logical thinking; system thinking; relation and communication; creative thinking; achievement; future thinking; emotion and ethic; flexibility; service

mind; leadership and influence. In terms of correlations Future Thinking System Thinking Relation and Communication Teamwork are correlated. The second set of correlated factors are as follows: Leadership and Influence; Expertise; Emotion & Ethic; Flexibility. This research was limited to an investigation of competencies for software developers in Thailand only.

Our study was limited to one country, Thailand. As Spencer and Spencer's study has shown, results may have been different if other countries has been included in the sample. We do not know if our results are specific to Thailand. Other researchers may wish to use our survey in their countries to compare rankings. Our results may have been different if our survey have been designed differently. For example the survey listed expertise at the top and respondents ranked it at the top. We could have designed the survey so that not all respondents received a survey with the items ordered the same way. This approach may have yielded different results. The fact that we did not conduct our study to take into account the demographic elements limits the breadth of our findings. Other researchers may wish to identify if competencies might be ranked differently based on certain demographic factors.

In terms of implications for organizations, these competencies should be part of human resource development, i.e. for selection, training and development, performance appraisal, and succession planning. The correlation between competencies for software developer shows that software developer should be competent in Teamwork Thinking (Factor 1) and be a Leadership professional (Factor 2). When organizations or institutes in Thailand use competencies for staff development or training, they should group related competencies. On the other hand, however, competencies that are not correlated (i.e. Logical thinking, Creative thinking, Achievement, and Service mind) may be considered important in contexts of staff development or training but not as important as the two factors. The same would be true for in terms of implications for educators and curriculum content.

REFERENCES

- Booneka, N. and Kiattikomol, P. (2008). Competencies for software industry: Mental models of software developer in Thailand. The International Conference on Engineering Professional Ethics and Education. Proceeding of the ICEPEE'08, pp.165-169.
- Boyatzis, R.E. (1982). *The Competent Manager: A Model for Effective Performance*, Wiley, New York, NY.
- Cooley, R.C. and Roach, D.A. (1984). *Theoretical approaches to communication competence: A conceptual framework*, Beverly Hills, CA.
- Lucia, A.D. and Lepsinger, R. (1999). *The Art and Science of Competency Models*, Jossey-Bass/Pfeiffer, San Francisco, CA.
- R. Turley and J. Bieman. (1995). Competencies of exceptional and non-exceptional software engineers. *Journal of Systems and Software*, 28(1), pp. 19-38.
- Spencer, L. and Spencer, S (1993). *Competence at Work*, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.

COPYRIGHT

Nantaporn Booneka and Paiboon Kiattikomol@2008

The Effects of the Instructional Process on the Logical thinking Skills of Software Developers

Nantaporn Booneka, Paiboon Kiattikomol
 Learning Innovation in Technology Program,
 Faculty of Industrial Education and Technology,
 King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand.

Abstract

The objectives of this study relate to logical thinking skills for software developers. It identifies the content and instructional process in developing logical thinking skills, and evaluates the content and instructional process. Interviews with twenty participants revealed that the content of logical thinking skills includes general problems, probability problems, arithmetic expressions, and arithmetic and logical comparisons. The instructional process of developing logical thinking skills for software developers is comprised of four steps. These include understanding, planning, executing, and evaluation. The researchers then asked eighteen experts in logical thinking skills, learning and instruction to evaluate the content of the logical thinking and instructional process. The results showed that the overall evaluation was "Good" (4.28/5), the content evaluation was "Good" (4.21/5), and the instructional process evaluation was "Good" (4.36/5). The results of this study may be of interest to institutes and to instructors who wish to rely on the content and instructional process to develop curriculum focused on logical thinking skills.

Key Words: logical thinking skills, learning outcome, instructional process, software developer

Introduction

The skill of logical thinking is an important competency for software developers. Studies by authors (2008a, 2008b) show that logical thinking skills is one of the twelve necessary competencies for software developers in Thailand. They ranked logical thinking as number three out of 12 competencies. Similarly, studies by Brady (1981) and Haines (1987) showed that logical thinking skills play an important role in achievement in biology and in computer programming and mathematics for computing. Logical thinking skills require abilities such as understanding the structure of problems adequately, thinking reasonably about problems, and expressing logically (Kawamoto, 2008, p.327). With logical thinking, the learner solves the problem by doing various mental practices or reaches principles or rules by engaging in abstraction and generalization (Yaman, 2005, p.31). Greeno (1989, p.134) found that successful thinking in specific subject-matter domains uses knowledge that is specific to the domains. In addition, Beyer (2008, p.197) argues that thinking skills are not content-free or ill-defined phenomena. This implies that logical thinking skills is a specific area of competence.

Tobin and Capie (1981) developed the Test of Logical Thinking Skills (TOLT) which has five measures, namely proportional reasoning, the control of variables, probabilistic reasoning, correlational reasoning, and combinatorial reasoning. Likewise, The Group Assessment of Logical Thinking (GALT), developed by Roadranka, Yeany and Padilla (1982), measures six logical operations. These are conservation, proportional reasoning, controlling variables, combinatorial reasoning, probabilistic reasoning, and correlational reasoning. These two tests have the same five measures. Implied logical thinking means to perform at least five measures, namely controlling variables, proportional reasoning, probabilistic reasoning, combinatorial reasoning, and correlational reasoning. These two tests were used to measure logical thinking skills in any area, whereas logical thinking skills that apply specifically for software developers has not been identified in any research.

Mayer (2008) argues that learning in the content areas such as learning to read fluently, learning to write, learning science, or learning mathematics is different. Each area has a different cognitive process. Furthermore, logical thinking skills are similar to learning mathematics because as Ralston (2005) argues, "the logical thinking inherent in all mathematical thought is so akin to the logical thinking required in all software development" (p.6). Additionally, both TOLT and GALT also rely on mathematical thinking.

Marcou and Lerman (2006, p.139), citing some of models of mathematical problem solving (MPS), refer to the four- steps of Polya (1957) and the five-step cognitive self regulatory strategy of Verschaffel et al. (1999). The four-steps of Polya (1957) has been adapted by Barnes, Fincher and Thompson (1997) to a programming context and also investigated how it fits the imperative and functional programming paradigms. These steps comprise understanding, design, writing and review. Similarly, the study by Chang, Sung and Lin (2006) also designed a computer-assisted system named MathCAL based on the four-steps of Polya and showed that the system improves the performance of students with low problem-solving ability.

The five-step cognitive self regulatory strategy of Verschaffel et al. (1999) implemented a learning environment for teaching and learning how to model and solve mathematical application problems for upper elementary school. The five-steps comprise 1) building a mental representation of the problem by drawing a picture, making a list, making a scheme or a table, distinguishing relevant from irrelevant data, using your real-world knowledge, 2) deciding how to solve the problem by making a flowchart, guess and check, look for a pattern, and simplify the number, 3) execution of the necessary calculations, 4) interpretation of the outcome and formulation of an answer, and 5) evaluation of the solution.

The four-mental processes for solving mathematics problems of Mayer (2008) are similar. Learners solve mathematical problems by means of problem translation, problem integration, solution planning and monitoring and solution execution. The content and the strategy for solving problems by logical thinking skills has not been identified in any research. The study reported on in this paper had three objectives

1. Identification of the content of logical thinking for software developers.
2. Identification of an instructional process related to logical thinking skills
3. Evaluation of the content of logical thinking and the instructional process for developing logical thinking skills.

Methods

Part 1: Identifying the content of logical thinking skills

Participants

The research team interviewed 20 people working as software developers, system analysts, Information Communications Technology (ICT) lecturers, and ICT managers from fifteen organizations, nine government organizations, and six private organizations in Bangkok, Thailand. The first step involved contacting by mail the heads of each organizations to inform them of the study and its purpose, and to formally invite their participation. The organizations were also requested to select the superior or most effective performers in the area of developing software. The organizations then identified individuals who were qualified and who the researchers could interview. The outline of the interview was forwarded to the participants and appointments were set up.

Instrument

The face-to-face interview form (Slavin, 2007) was made up of open ended questions as follows:

- a) What is the content of logical thinking skills?
- b) What is the content of logical thinking skills for software developers?
- c) Why are the contents that you propose so important?
- d) Can you show examples of the problems that software developers without logical thinking skills face?
- e) How do you solve the problems that software developers face?

Each interview lasted from one to one and half hours and totaled 27 hours. The interviews were audio recorded.

Data analysis

Six steps were used in analyzing the qualitative data (Creswell, 2008). Firstly, preparing and organizing the data; secondly, exploring and coding the database; thirdly, describing the findings and formulating themes; fourthly, representing and reporting the findings; fifthly interpreting the meaning of the findings; and sixthly, validating the accuracy of the findings.

Part 2: Identify the instructional process of logical thinking skills

The purpose of this part was to identify the instructional process of logical thinking skills for software developers. Three models of mathematical problem solving were adapted by the researchers. These were: 1) the four processes of Polya (1957); 2) the five processes of Verschaffel et al. (1999); and 3) the four processes of Mayer (2008). The researchers then synthesized the instructional process of logical thinking skills for software developers based upon aspects that were the best and the most suitable for this study.

Part 3: Evaluate the content and the instructional process for developing logical thinking skills

The purpose of this part was to evaluate the content of logical thinking skills (results from part 1) and the instructional process of logical thinking skills (results from part 2).

Participants

Eighteen experts who had more than 10 years experience in logical thinking skills, learning, and instruction were asked to evaluate the logical thinking content and instructional process. Each expert was contacted by mail with the letter of cooperation of the coordinating institution of the researchers.

Instruments

The experts evaluated the content and instructional processes by completing an evaluation form composed of two sections. The first section focused on demographic information such as gender, age, position, years of experience. The researchers collected demographic information about the respondents in order to ensure that experts had more than 10 years experience in logical thinking skills, learning, and instruction.

In the second section, the experts were asked to evaluate two parts, namely the content and instructional processes. The experts ranked each one on a scale of one to five. The content part comprised four outcomes, namely a general problem, a probability problem, an arithmetic expression, and an arithmetic and logical comparison. For each outcome, the researchers provided the objectives, a brief of the content, and the learning outcome after finishing each module.

The instructional process part comprised four steps, namely understanding, planning, executing, and evaluation. For each instructional process the researchers provided the concepts, guidelines, procedures and sample activities that the instructors used to teach the learners.

Data analysis

Once the experts had completed their evaluation using their five-point scale, the researchers then calculated the average of each learning outcome and the average of each instructional process. These were then translated into descriptive measures as shown in Table 1. The overall average of both the learning outcomes and instructional process were also calculated.

Table 1: Rating Scale for Evaluation

Numerical Rating	Descriptive Rating
4.50 – 5.00	Very Good
3.50 – 4.49	Good
2.50 – 3.49	Fair
1.50 – 2.49	Poor
1.00 – 1.49	Very Poor

Results

Part 1: The content of logical thinking skills

Outcome 1. The interviewees focused on general mathematical problems such as ratio, percentage, interest. These are the kind of problems everyone faces in daily life. The interviewees also argued that if the learners can solve these problems, it is easy for them to design algorithms.

In relation to this outcome, the interviewees commented as follows:

“When I taught the programming course, some of students could not solve simple problem such as percentage, interest, ratio, or rate of work.”

“When I asked my students to determine if a number is an odd or even number, they could determine it but they could not write an algorithm to solve this problem. I think basic mathematics is very important for my students.”

“When I have new programmers or intern students, before starting work I ask them to develop a small program such as calculating income and commission. It surprises me that some of them used wrong formulas to calculate, some of them don’t know where to start. I think that it is the beginning steps that are very important. After they finish, I also ask them to check the answer with each other and discuss together whether they have similar or different answers. Next, I ask them to develop a small program from daily life such as withdrawing cash from an ATM or shopping at a supermarket.”

After completing this outcome, learners will be able to understand and apply knowledge to solve general problems including designing algorithms to solve the problem. Learners can apply knowledge to solve programming problems.

Outcome 2. The interviewees focused on the probability of something happening. The chance that it will happen is expressed as a fraction or percentage. The interviewees argued that learners should know all possible events that will result from particular actions.

In relation to this outcome, the interviewees commented as follows:

“My students did not identify all possible events that could occur such as when I asked them, 'if there are red, white, and yellow balls in the box, what is the likelihood that I will pick up a red ball?’”

“One thing that I emphasize with my new staff when they design programs is to list all possible ways for each case. For example, when people withdraw cash from an ATM the program must check all of the possible conditions that could occur. For example, 1) people withdraw less than the balance, or 2) people withdraw an amount equal to the balance, or 3) people withdraw more than balance. The program covers

all possible cases and then sets criteria to allow what is permitted. Each bank may have a different of conditions in place.

“I think probability is important because when students design an algorithm they must identify the possibility that it will occur. If students or developers do not identify a possible event it will result in the design of the wrong algorithm.”

After completing this outcome, learners will be able to understand probability, express knowledge of the fact that an event will occur or has occurred, apply probability to solve general problems, and apply probability to a programming problem.

Outcome 3. The interviewees focused on how to convert problems to an arithmetic expression because when learners face problems, they always do this in sentences. Learners must convert these sentences to arithmetic expressions and then solve the problems. When learners solve arithmetic expressions, they follow the order of arithmetic operators.

The interviewees emphasized that two consecutive steps are very important. First, it is necessary to convert problems to an arithmetic expression. Second, the arithmetic expression needs to be solved by following the order of arithmetic operators.

In relation to this outcome, the interviewees commented as follows:

“My students did not convert sentences to an arithmetic expression. For example, X is a number which when added to 10 equals 45. Some of students could not convert this to an arithmetic expression.”

“When I asked my student to find the results of the arithmetic expression: $X=20-2*3^2$, half of them got the wrong result. It means that the students did not know the order of the arithmetic process.”

“Students must know how to translate from a sentence to an arithmetic expression because most problems are described in text. They must know the order of precedent or the order of arithmetic processing. For example, construct an arithmetic expression to find out the area of a square if the width equals X and the length equals Y. Not even half of the students could solve this problem.”

“Some of my new staff cannot convert a business process to computer programming or algorithm. Before letting them design any algorithm we provide them with the business processes, rules, or regulations that are related to the program and make sure that they understand. If they do not understand clearly it will affect the algorithm that they design. One important thing is that business rules can change at anytime, so developers must follow those changes and modified programs to align with business processes.”

The interviewees emphasized this outcome, and argued that this content is very important and is the basis of any programming course. Some of interviewees suggested that this kind of content should be taught to students before they are taught other programming languages.

After completing this outcome, learners will be able to convert the problem to an arithmetic expression, understand the order of processing arithmetic operations, apply the arithmetic operation to solve related problems, and construct an arithmetic expression.

Outcome 4. The interviewees focused on the how to set the criteria of an algorithm when it needs to make a decision or involves looping. The basic criteria are comprised of only one arithmetic comparison such as greater than, less than, equal, not equal, greater than or equal, less than or equal. The complex criteria are comprised of more than one arithmetic comparison. Each arithmetic comparison is combined together with a logical comparison such as AND, OR, NOT.

In relation to this outcome, the interviewees commented as follows:

“Some of my student confused arithmetic and logical comparison, especially when both arithmetic and logical comparisons were combined together.”

“The arithmetic and logical comparisons are important parts when students design algorithms for selection or decision and looping.”

“One problem faced by my junior programmers is that when they set compound or complex criteria in programs they are sometimes confused and, when the programs run, they produce an error.”

Most of the interviewees emphasized that if students or programmers clearly understand both arithmetic and logical comparisons it will benefit them when they design algorithms.

After completing this outcome, learners will be able to understand arithmetic comparisons, understand logical comparisons, and apply knowledge of arithmetic and logical comparisons to solve related problems.

Part 2: The instructional process of logical thinking skills

The instructional process of logical thinking skills have been adapted and synthesized from three models of mathematical problem solving as described earlier. The learning process for the development of logical thinking skills comprises four-steps, as detailed below:

Step 1. Understanding. In this step, the instructor will teach learners to understand the problem by translating and/or restating the sentence, highlighting the important point in the problem, identifying the answer required, eliminating sentences that are not related to solving the problem and encouraging the learners to solve the problem. In this step, the instructor may draw a picture, make a list, or make a scheme or a table to assist the learners to understand.

Step 2. Planning. In this step the instructor will teach learners to recognize the problem types, look around to find related problem that learners have already solved, distinguish the relevant and irrelevant information for the solution, break the problem into sub-goals and monitor what the learners are doing. In this step the learners will make a flowchart, guess and check, and seek a pattern to solve the problem.

Step 3. Executing. In this step the instructor will teach the learners to examine the solution obtained, ensure that learners check and see clearly the purpose of each step of the design, and then apply the rule of mathematics to execute the necessary calculations or parts of the result separately, put the parts of result together, interpret the outcome, and formulate or find out the answer.

Step 4. Evaluation. In this step, the instructor will teach learners to reflect and look back on the finished result, and then provide a means to build up the store of experience that is to be applied in future planning steps, or derive the solution differently and then examine ways to improve the solution.

Part 3: Evaluation of the content and instructional process of logical thinking skills

The overall evaluation of the content and instructional process revealed an overall result of "Good" (4.28). The content evaluation revealed "Good" (4.21). When each item that was part of the evaluation was considered, it was found that each was at the "Good" and "Very Good" level, as shown in Table 2.

Table 2: Results of the Evaluation of Learning Outcomes

Outcome	Mean	Level of Evaluation
General problems	3.72	Good
Probability problems	3.94	Good
Arithmetic expressions	4.50	Very Good
Arithmetic and logical comparisons	4.67	Very Good
Average of Mean	4.21	Good

The result of the instructional process evaluation was at the Very Good level (4.36). When the researchers considered each evaluation item they found that each evaluation item was at the Good and Very Good level as shown in Table 3.

Table 3: Result of the Evaluation of Instructional Process

Instructional Process	Mean	Level of Evaluation
Understanding	4.50	Very Good
Planning	4.61	Very Good
Executing	4.28	Good
Evaluation	4.06	Good
Average of Mean	4.36	Good

Discussion

The content of logical thinking skills comprised four outcomes, namely, general problems, probabilistic problems, arithmetic expressions, and arithmetic and logical comparisons. Both the TOLT and GALT tests use the same five measures, namely: proportional reasoning, control of variables, probabilistic reasoning, correlational reasoning and combinatorial reasoning.

The similarity between the content of this research and the TOLT and GALT tests is considered in two parts. Outcome 1 (general problem) covers proportional reasoning. This outcome focuses on ratio, percentage and interest, but proportional reasoning measures only ratio problems. Outcome 2 (probability problem) is very close to probabilistic reasoning. Both outcome 2 and TOLT and GALT measure probability. Additionally, proportionality was defined as a major concept because it is the basis for fractions and unit-price analysis in arithmetic, percentages in algebra, slopes of lines and similar figures in geometry (NCTM, 1989; Greenes, 1995, p.57).

The content of logical thinking skills for software developers is comprised of only four outcomes, but both TOLT and GALT include the same five measures. The two outcomes of the content that are different from both TOLT and GALT are arithmetic expressions and arithmetic and logical

comparisons while TOLT and GALT measure control of variables, correlational reasoning, and combinatorial reasoning.

In this study, we focused on logical thinking only for software developers and only on the interviewee's perspective. Some of the interviewees argued that people who want to be software developers must understand basic mathematics and be able to solve problem or design algorithms. They also emphasized that arithmetic expressions and arithmetic and logical comparisons are very important concepts for learners when they design algorithms or study in any programming courses.

The result of the evaluation of the content was at the "Good" level (4.21), which indicates that the content is related to construction and can improve logical thinking skills. It is also a pre-requisite for software developers. Results of the evaluation of Outcome 3 (arithmetic expression) and outcome 4 (arithmetic and logical comparison) were "Very Good" (4.50 and 4.67) showing that these two outcomes are very important and related to logical thinking skills. The result of the evaluation of Outcome 1 (general problem) and Outcome 2 (probability problem) was only "Good" (3.72 and 3.94), which implies that these two outcomes may not be directly related to logical thinking skills.

The instructional process for the development of logical thinking for software developers comprised the four steps of understanding, planning, executing and evaluation. The result of the evaluation of the instructional process was at the "Good" level (4.36). The two steps of instructional process (understanding and planning) were evaluated at the very good level (4.50 and 4.61). The other two steps, executing and evaluation were evaluated at the good level (4.28 and 4.06).

The evaluation of the understanding step was at the very good level and emphasized that learners understand the problem by translating or restating the sentence of the problem. This step aligns with Ku (2007, p.1196), citing the National Assessment of Educational Progress (2003) that mathematical word problems are considered by students to be difficult at all age levels in elementary and secondary schools. Moreover, citing Bernardo (1990), Mayer (1982) and Rosen (1984) stated that a major cause of the difficulty appears to be the student's ability to understand the problem structure that is embedded in the problem text.

The planning step was evaluated at a very good level that focuses on planning to solve the problem after the understanding step. This finding is similar to the study by Cifarelli (1998) that showed the relationship between cognitive activity and higher-level mathematical activity. The solver's cognitive acts of interpreting new situations in terms of their own conceptual structures, and the ways that they resolved problematic situations that they faced along the way, had a powerful influence on their subsequent solution activity (p.262)

The last two steps, execution and evaluation, were evaluated only at the good level (4.28 and 4.06) whereas the first two steps, understanding and planning, were evaluated at the very good level (4.50 and 4.61). This implies that the experts placed more emphasis on the first two steps than on the last two steps, and indicates that, in the experts' view, if learners understand, and plan very well it easy to execute and evaluate the result. Moreover, if the overall evaluation of the instructional process is only at the good level, it means the instructional process is effective for the instruction of logical thinking skills for software developers, but it is not the best instructional process.

This study was limited in that it focused on software developers only in Thailand and it investigated the perspective of only twenty people for the content and only eighteen experts for the evaluation of the content and the instructional process. Future studies might be conducted in other settings and with more participants, especially in order to bring together both content and instructional processes to implement the development of logical thinking skills.

Conclusion

Logical thinking skills are considered to be important for learners in various fields (Brady, 1981; Haines, 1987; Greeno, 1989; Yaman, 2005; Kawamoto, 2008; Authors, 2008a, 2008b). The results of this study indicate that the logical thinking skills of software developers may be divided into two parts; namely the content and the instructional process. The content comprises four outcomes and similarly the instructional process comprises four steps. Together these two parts impact directly on the development of the learners' thinking ability

Institutes and instructors could make use of the results of this study to develop curriculum with a focus on logical thinking skills for learners, especially for software developers, but that are also applicable to other thinking skills. As instructors are conducting the course in logical thinking skills using the instructional process that the researchers have proposed, they may add outcomes to the content if it is believed that they will be of benefit the learners. Although outside of the scope of the present research, future studies may focus both on the implementation of the content and instructional process of logical thinking skills for software developers and on the evaluation of the learners' performance.

Acknowledgements

We wish to thank all participants in our study, and anonymous people who facilitated while we did this research. Thank you to Dr.Elizabeth Murphy and Maria A. Rodriguez-Manzanares for their comments and revised on this paper.

References

- Barnes, D. J., Fincher, S., & Thompson, S. (1997). Introductory problem solving in computer science. In Daughton, G. & Magee, P. (Eds.) *5th Annual Conference on the Teaching of Computing* (36-39).
- Beyer, B. (2008). How to Teach Thinking Skills in Social Studies and History. *Social Studies*, 99(5), 196-201.
- Booneka, N., & Kiattikomol, P. (2008a). Competencies for software industry: Mental Models of software developer in Thailand. *The International Conference on Engineering Professional Ethics and Education. Proceedings of the ICEPEE '08* (pp.36-39).
- Booneka, N., & Kiattikomol, P. (2008a). Ranking competencies for software developer in Thailand. *The International Conference on Sustainability in Higher Education: Directions for Change. Proceeding of the EDU-COM 2008* (pp.36-39).
- Chang, K., Sung, Y. & Lin, S. (2006). Computer-assisted learning for mathematical problem solving. *Computer & Education*, 46(2), 140-151.
- Cifarelli, V. V. (1998). The development of mental representations as a problem solving activity. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 239-264.
- Creswell, J. W. (2008). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Greenes, C. (2009). Mathematics learning and knowing: a cognitive process. *The Journal of Education*, 189(3), 55-64.
- Greeno, G.G. (1989). A Perspective on Thinking. *American Psychologist*, 44(2), 134-141.
- Kawamoto, K. & Arai, H.A. (2008). Evaluation of Logical thinking ability through Contributions in a Learning Community. In Carbonell, J.G. & Siekmann, J. (Eds.) *Lecture Notes in Computer Science* (326-333). Berlin: Springer.
- Ku, H-Y., Harter, C. A., Liu, P.-L., Thompson, L., & Cheng, Y.-C. (2007). The effects of individually personalized computer-based instructional program on solving mathematics problems. *Computers in Human Behavior*, 23, 1195-1210.
- Marcou, A. & Lerman, S. (2006). Towards the development of a self-regulated mathematical problem solving. In Novotná, J., Moraová, H., Krátká, M. & Stehlíková, N. (Eds.) *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 137-144. Prague: PME
- Mayer, R. E. (2008). *Learning and instruction* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Ralston, A. (2005). Do we need ANY Mathematics in Computer Science curricula? *SIGCSE Bulletin*, 37(2), 6-9.
- Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J. (1982). *GALT, Group test of logical thinking*. University of Georgia.
- Slavin, R. E. (2007). *Educational research in an age of accountability*. Boston, MA: Pearson Education.
- Tobin, K., & Capie, W. (1981). The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41(2), 413-423.
- Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Vaerenbergh, G., Bogaerts, H., & Ratinckx, E. (1999). Learning to solve mathematical application problems: A design experiment with fifth graders. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(3), 195-229
- Yaman, S. (2005). Exploring Effectiveness of Problem Based Learning on Developing Logical Thinking Skills in Science Teaching. *Journal of Turkish Science Education*, 2(1), 31-33.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางนันทพร บุญเอก
วัน เดือน ปีเกิด	18 สิงหาคม 2515
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมศึกษา	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิมานพิทยาสรรค์ พ.ศ. 2533
ระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ. 2538
ระดับปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2545
ระดับปริญญาเอก	ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2554
ประวัติการทำงาน	นักพัฒนาซอฟต์แวร์ บริษัทเอเชียน โค้ดดิ้ง ซิสเต็มส์ จำกัด พ.ศ. 2539 - 2540
	นักวิชาการคอมพิวเตอร์ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2540 - 2541
	นักวิชาการคอมพิวเตอร์ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2541-ปัจจุบัน

ผลงานการประชุมทางวิชาการ

นันทพร บุญเอก และไพบุลย์ เกียรติโกมล, 2549, “สมรรถนะที่พึงประสงค์ของโปรแกรมเมอร์ในประเทศไทย”, **การประชุมวิชาการครูศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งชาติ, ครั้งที่ 1, 7-8 ธันวาคม 2549, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร, หน้า 26-39**

Booneka, N., Koul, R. and Kiattikomol, P., 2007, “Grounded Theory Methodology and Culturally relevant Model of Competency: A pilot study”, **The 8th Annual Advance in Qualitative Methods Conference**, September 21-23, Alberta, Canada, p. 50

Booneka, N. and Kiattikomol, P., 2008, “Competencies for Software industry: Mental model of software developer in Thailand”, **International Conference on Engineering Professional Ethics and Education: ICEPEE’08**, May 13-15, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 165-169

Booneka, N. and Kiattikomol, P., 2008, “Ranking Competencies for Software Developers in Thailand”, **International Conference Sustainability in Higher Education: EDU-COM 2008**, November 19-21, Khon Kaen, Thailand, pp. 60-66

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

Booneka, N. and Kiattikomol, P., (2011), “The Effect of the Instructional Process on the Logical thinking Skills of Software Developers”, **The Social Sciences**, Vol 6, No 6, pp. 495-501

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ข้อตกลงว่าด้วยการโอนสิทธิวิทยานิพนธ์

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. 2554

ข้าพเจ้า นางนันทพร บุญเอก รหัสประจำตัว 49510405 เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี อยู่บ้านเลขที่ 83 ซอยรามคำแหง 72 แยก 1 แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ จังหวัดกรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10240 ขอโอนลิขสิทธิ์วิทยานิพนธ์ให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล ตำแหน่งคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เป็นผู้รับโอนลิขสิทธิ์และมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย ซึ่งอยู่ในความควบคุม ของ รศ.ดร.ไพบุลย์ เกียรติโกมล ตามมาตรา 14 พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้น จากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามมาตรา 23 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตามข้าพเจ้าจะต้องระบุวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกๆ ครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน

5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญา ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปีนับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรรผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538



ลงชื่อ นางนันทพร บุญเอก ผู้โอนลิขสิทธิ์
(นางนันทพร บุญเอก)

ลงชื่อ รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล ผู้รับโอนลิขสิทธิ์
(รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล)

ลงชื่อ ไพบุลย์ เกียรติโกมล พยาน
(รศ.ดร.ไพบุลย์ เกียรติโกมล)

ลงชื่อ นางกิ่งแก้ว ผลตระกูล พยาน
(นางกิ่งแก้ว ผลตระกูล)

