

Journal of Education Studies

Volume 44
Issue 3 July - September 2016

Article 27

7-1-2016

คิดนอกกรอบ

ชยการ ศิริรัตน์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/educujournal>



Part of the [Education Commons](#)

Recommended Citation

ศิริรัตน์, ชยการ (2016) "คิดนอกกรอบ," *Journal of Education Studies*: Vol. 44: Iss. 3, Article 27.

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/educujournal/vol44/iss3/27>

This Article is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Journal of Education Studies by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

คิดนอกกรอบ

Think out of the Box

ชยการ ศิริรัตน์

ความคิดเชิงประมวลผล: Computational Thinking เครื่องมือทางปัญญา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ในศตวรรษที่ 21

Computation Thinking: Cognitive tool To develop problem-solving skills in the 21st century

บทนำ

ด้วยโลกปัจจุบันถูกผลักดันด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลที่เข้ามามีบทบาทในทุกภาคส่วนไม่เพียงเฉพาะด้านเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ยังมี ด้านเศรษฐกิจ การเมือง และสังคม เราจะเห็นว่าตั้งแต่ตื่นนอนจนถึงเข้านอนกิจกรรมในชีวิตประจำวันจะถูกผสมผสานเข้ากับเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างแยกจากกันไม่ได้ เราใช้นาฬิกาปลุกดิจิทัล สมุดโน้ต ตารางนัดหมาย เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทำงาน เครื่องมือทางสุขภาพ ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมา ถูกบรรจุไว้ในโทรศัพท์มือถือเพียงเครื่องเดียวอย่างน่าอัศจรรย์

เทคโนโลยีสารสนเทศ” กลไกหลักในการขับเคลื่อน ทั้งทางตรงและทางอ้อม ของระบบเศรษฐกิจฐานดิจิทัล ที่ส่งผลต่อการทำงานในปัจจุบัน ธุรกิจที่ทันสมัยจำนวนมากจะเกี่ยวข้องกับ “การแก้ปัญหาเป็นหลัก” ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงงานขนาดเล็กๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของธุรกิจ หรือการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่รวมไปถึงการให้บริการแก่ผู้บริโภค (ฟิลลิป, 2015) และด้วยเหตุนี้ ทักษะเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาจึงมีความจำเป็นสำหรับคนยุคใหม่เป็นอย่างยิ่ง ทำให้ทั่วโลกให้ความสำคัญกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยเฉพาะการเตรียมความพร้อมสำหรับคนรุ่นใหม่ให้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

เนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีฐานดิจิทัล จะต้องใช้หลักการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ (Computing) หรือหลักการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer science) เป็นหลัก ดังนั้น ผู้ที่จะสามารถนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้ได้อย่างเป็นประโยชน์สูงสุดได้นั้น ก็จะต้องมีความรู้ ความสามารถ ความเข้าใจในหลักการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์และรวมถึงทักษะการแก้ปัญหาที่มีเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน

ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking: CT) เป็นทักษะการแก้ปัญหาที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ เป็นทักษะที่ทุกคนในยุคนี้จำเป็นต้องมี ไม่เพียงเฉพาะนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์เท่านั้น (วิง, 2008) การประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ จะช่วยผลักดันเทคโนโลยีจำนวนมากให้เป็นส่วนหนึ่งในสังคมปัจจุบัน และมีอิทธิพลต่อทุกแง่มุมของชีวิตของเราทุกคน (ยาดาฟ, 2014) สอดคล้องกับ บาร์ และสติเฟนสัน (2011) ที่กล่าวว่า นักเรียนในทุกวันนี้จะอาศัยและทำงานอยู่ในโลกที่ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากหลักการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ ในท่ามกลางของแนวโน้มนี้ ความคิดเชิงประมวลผลจะกลายเป็นทักษะที่จำเป็นต้องมีในศตวรรษที่ 21 และเป็นทักษะพื้นฐานที่ทุกคนต้องใช้ภายในกลางศตวรรษที่ 21 นี้ (วิง, 2011)

ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking) คืออะไร

“ความคิดเชิงประมวลผล” มาจากคำว่า “**Computational Thinking**” (สสวท, 2558)

จินเน็ต เอ็ม วิง (Jeannette Marie Wing, 2006) รองประธานบริษัทไมโครซอฟต์ รีเสิร์จ อดีตหัวหน้าภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยคาร์เนกีเมลอน ได้เผยแพร่แนวคิดเกี่ยวกับ ความคิดเชิงประมวลผล (Computational Thinking) เพื่อให้สามารถเกิดขึ้นได้กับคนทุกระดับ ทุกอาชีพ ตั้งแต่ ระดับอนุบาล จนถึงระดับมหาวิทยาลัย โดยให้คำจำกัดความของ Computational Thinking ว่า

“ความคิดเชิงประมวลผล คือกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องในการกำหนดปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาก็จะถูกแสดงให้เห็นในรูปแบบที่สามารถดำเนินการได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเครื่องมือประมวลผลข้อมูล” และได้อธิบายเพิ่มเติมว่า “ความคิดเชิงประมวลผลจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา การออกแบบระบบ และการทำความเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์ โดยมีฐานความคิดอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเพื่อความเจริญก้าวหน้าในการทำงานในโลกปัจจุบัน จะต้องใช้ความคิดเชิงประมวลผลเป็นฐานในการคิดและการทำความเข้าใจในความเป็นไปของโลก”

“ความคิดเชิงประมวลผล มีความหมายถึง การคิดอย่างเป็นขั้นตอนวิธี และด้วยความสามารถในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เช่นการอุปนัย มาช่วยในการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ ชัดเจน และปลอดภัย”

“ความคิดเชิงประมวลผล มีความหมายครอบคลุมถึงการทำความเข้าใจผลกระทบในวงกว้าง ไม่เพียงแต่เหตุผลด้านประสิทธิภาพ แต่ยังพิจารณาไปถึง เหตุผลทางเศรษฐกิจและสังคมด้วย”

ในขณะที่องค์กรส่งเสริมการศึกษาเช่น google for education ได้ให้ความหมายของความคิดเชิงประมวลผลว่า

“เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ที่มีคุณลักษณะเช่น การใช้เหตุผลในการจัดลำดับและวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างขั้นตอนวิธีเพื่อแก้ปัญหา และการแสดงออกในความสามารถการจัดการกับโจทย์ที่ซับซ้อน หรือปัญหาปลายเปิดด้วยความมั่นใจ”

จากการศึกษาเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับ ความคิดเชิงประมวลผล ในมหาวิทยาลัยในต่างประเทศพบว่า ครอบคลุมตั้งแต่แนวคิดพื้นฐานทางการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์เช่น เรื่องของข้อมูล ประมวลผลข้อมูล ไปจนถึงกระบวนการขั้นสูงทางคอมพิวเตอร์ เช่น ปัญญาประดิษฐ์ เป็นต้น และการประมวลผลไม่ได้เลือกไว้ในกระบวนการนั้นจะเป็นคอมพิวเตอร์ หรือเป็นคนหรือเป็นทั้งสอง แต่จะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ จึงสรุปได้ว่า ความคิดเชิงประมวลผลคือ

กระบวนการคิดเพื่อการแก้ปัญหาด้วยการนำแนวคิดพื้นฐาน และกระบวนการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา”

ความคิดเชิงประมวลผล มีลักษณะอย่างไร

ความคิดเชิงประมวลผล เป็นกระบวนการคิดเพื่อการแก้ปัญหาที่ประยุกต์แนวคิดของการแก้ปัญหาด้วยหลักการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ รวมไปถึงการแก้ปัญหาด้วยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องสั่งงานคอมพิวเตอร์ด้วยคำสั่งต่างๆ อย่างเป็นขั้นตอนแก้ปัญหา ด้วยแนวคิดนี้ทำให้สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากๆ ได้ด้วยการออกแบบขั้นตอนวิธี และกระบวนการนี้ มักจะถูกนำมาใช้ในการทำความเข้าใจเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพในงานขนาดใหญ่ จึงทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานตอบสนองความต้องการได้ถูกต้อง และด้วยความสามารถของคอมพิวเตอร์นั้นไม่สามารถคิดเองได้ แต่จะทำงานตามคำสั่งที่กำหนดให้ ผู้ที่จะสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานจึงต้องมีความรู้ ทักษะในภาษาคอมพิวเตอร์ และที่สำคัญกว่าก็คือ ลำดับความคิดในการทำงาน ในกระบวนการแก้ปัญหาที่จะกำหนดให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการ

องค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล

จากนิยามที่ผ่านมาของความคิดเชิงประมวลผล จะอ้างอิงไปยังหลักการพื้นฐานทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งจะมีทั้งกระบวนการที่ใช้คอมพิวเตอร์ และมนุษย์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาในหลากหลายสาขา หรือกลุ่มงานอื่น

หลักการที่มีการนำมาใช้เป็นองค์ประกอบของความคิดเชิงประมวลผล และพบบ่อยๆ ได้แก่

(สมาคมครุวิทยาการศาสตร์คอมพิวเตอร์ (CSTA) และสมาคมระหว่างประเทศเพื่อเทคโนโลยีในการศึกษา (ISTE), 2009; Yadav, 2011)

□ กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) เป็นการหาแหล่งข้อมูลภายใต้ขอบเขตของปัญหา

□ การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) เป็นการคำนวณทางสถิติพื้นฐานเกี่ยวกับกลุ่มของข้อมูลที่ได้รับมา

□ การแทนค่าข้อมูล (Data Representation) เป็นการใช้โครงสร้างข้อมูล เช่น อาร์เรย์ ลิงค์ กอง คิว กราฟ เพื่อแทนข้อมูลในการประมวลผล

□ การแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย (Problem decomposition) เป็นการแบ่งหรือซอยปัญหาลงไปในส่วนเล็กๆ ให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่น การกำหนดวัตถุ (Object) และเมธอด (Method) การกำหนดฟังก์ชันหลักและโปรแกรมย่อย

□ การใช้หลักการนามธรรม (Abstraction) เป็นการกำหนดโครงสร้างข้อมูลที่ซ่อนรายละเอียดหรือลดความซับซ้อนของข้อมูล ออกโดยไม่สูญเสียรายละเอียดที่สำคัญจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา

□ ความเป็นสากล (Generalisation) การหาวิธีการทั่วไปในการแก้ปัญหาสำหรับกลุ่มของปัญหาที่เกิดขึ้น

□ ขั้นตอนวิธีและการทำงาน (Algorithms & Procedures) ศึกษาขั้นตอนวิธีที่ดีๆ และใช้ขั้นตอนวิธีนั้นสำหรับการแก้ปัญหา

□ การทำงานแบบอัตโนมัติ (Automation) ใช้เครื่องมือเพื่อการประมวลผลแทนการทำงานที่ละขั้นตอนของคน ให้เป็นอัตโนมัติ

□ การประมวลผลแบบขนาน (Parallelization) การเขียนโปรแกรมแบบ threading แบบ pipelining การแบ่งข้อมูลหรืองานในลักษณะที่ต้องดำเนินการในแบบคู่ขนาน

□ การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการใช้หรือออกแบบเครื่องมือเพื่อสร้างแบบจำลองของงานที่ต้องการประมวลผล เช่น การใช้เทคนิคกระบวนการสั่งโปรแกรมที่มี

พฤติกรรมคล้ายกันทำงานด้วยอินพุตที่ต่างกัน (Parameter sweeping), การจำลองการประมวลผลในเกม

□ การคิดอย่างเป็นขั้นตอน (Algorithmic Thinking) เป็นการพัฒนาชุดคำสั่งหรือลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

□ การประเมินผล (Evaluation) เป็นการทำให้มั่นใจได้ว่าวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับเป้าหมาย

□ การแก้ไขจุดบกพร่อง หรือจุดผิดพลาดในโปรแกรม (Debugging)

นอกจากนั้น ความคิดสร้างสรรค์ ก็เป็นสิ่งสำคัญ ในการประยุกต์ใช้หลักการของความคิดเชิงประมวลผล เพื่อการแก้ปัญหา และการเขียนโปรแกรมก็เป็นทักษะทางความคิดสร้างสรรค์ขั้นพื้นฐาน ไม่ว่าจะใช้ในการสร้างอัลกอริทึมเพื่อการค้นหาข้อมูล การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อช่วยการทำงาน การออกแบบเว็บไซต์ ไปจนถึงการพัฒนาหุ่นยนต์ที่สร้างความคิดได้ด้วยตนเอง

ทำไม ความคิดเชิงประมวลผลจึงมีความสำคัญในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

Settle (2012) ให้ความเห็นว่า ความคิดเชิงประมวลผล จะสร้างและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเมื่อนำคอมพิวเตอร์มาช่วยอีกทางหนึ่งจะช่วยขยายความสามารถของเราในการแก้ปัญหาในระดับที่ไม่เคยคาดคิดมาก่อนด้วยกลยุทธ์ใหม่ๆ ที่ตนเองพัฒนาขึ้น และทำให้เราสามารถเผชิญกับปัญหาใหม่ๆ ที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน และสามารถจัดการปัญหานั้นได้ และทำให้เราพร้อมที่จะแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต

Google for education ให้ความเห็นว่า ความคิดเชิงประมวลผล เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แต่ก็สามารถนำไปใช้ การแก้ปัญหาในสาขาวิชาอื่นๆ ทั้งคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และมนุษยศาสตร์ นักเรียนที่เรียนรู้ ความคิดเชิงประมวลผลข้ามหลักสูตร จะสามารถเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิชา รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนกับชีวิตภายนอก

Phillips (2016) ได้ให้ความเห็นว่า ประโยชน์ที่นักเรียนได้รับจากความคิดเชิงประมวลผลคือ

- สร้างผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถ (literacy) ทางเทคโนโลยี
- สร้างผู้เรียนให้เป็นนักแก้ปัญหา แทนการเป็นเพียงผู้ใช้ซอฟต์แวร์เพียงอย่างเดียว
- เน้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้มากกว่าการใช้ข้อมูล

- ส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- ช่วยเพิ่มจำนวนเทคนิคการแก้ปัญหาให้มากขึ้นสำหรับใช้งานหรือใช้ในการเรียนรู้

Barr และ Stephenson (2011) ได้ให้ความเห็นว่า กระบวนการคิดเชิงประจักษ์จะ
จะทำให้ให้นักเรียน มีความสามารถในด้านต่างๆ ดังนี้

- ความเชื่อมั่นในการจัดการกับความซับซ้อน
- ความคงทนในการทำงานกับปัญหาที่ยากลำบาก
- ความสามารถในการจัดการกับความคลุมเครือ
- ความสามารถในการจัดการกับปัญหาปลายเปิด
- ความสามารถในการปรับตัวให้รับความแตกต่างในการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกันหรือการแก้ปัญหาและ
- รู้จุดแข็งของคนและจุดอ่อนเมื่อทำงานร่วมกับคนอื่นๆ

ระบบการศึกษาจะช่วยพัฒนาให้เกิดทักษะความคิดเชิงประจักษ์ได้อย่างไร

เนื่องจากทักษะความคิดเชิงประจักษ์เป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย และจะกลายเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับทุกคนในอนาคต การจะทำให้ประชากรของชาติเกิดการพัฒนาทักษะนี้ขึ้นมาได้ จะต้องได้รับการผลักดันอย่างเป็นระบบ ซึ่งโอกาสที่จะทำได้ในวงกว้างก็คือ การพัฒนาผ่านระบบการศึกษาที่มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ส่วนกลางที่เป็นผู้กำหนดนโยบาย และส่วนของโรงเรียนซึ่งเป็นผู้สำคัญที่สุดในการจัดการศึกษา ที่เป็นผู้ปฏิบัติจริง จะต้องเริ่มต้นด้วยการพัฒนาครูและสนับสนุนครูประจำการให้มีความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนตามเป้าหมาย

ตัวอย่างหนึ่งที่สามารถกระทำได้ในระดับสถานศึกษา คือ (Smith, 2015)

ประการแรก สนับสนุนให้ครูเข้ารับการฝึกอบรมอย่างเพียงพอเพื่อให้สามารถสอนหลักสูตรคอมพิวเตอร์ได้อย่างมั่นใจ

ประการที่สอง ให้การสนับสนุนในระดับมหาวิทยาลัย โดยให้งบประมาณด้านเครื่องคอมพิวเตอร์ อย่างเพียงพอ และสนับสนุนให้สอนวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์เป็นวิชาเดี่ยว เนื่องจากการเอาเนื้อหาคอมพิวเตอร์ไปรวมไว้ในวิชาอื่นๆ ในลักษณะวิชาร่วมหรือข้ามวิชา เป็นตัวขัดขวาง ที่ทำให้ไม่ได้ลงทุนในรายวิชานี้เพียงพอและเป็นการกั้นไม่ให้ครูและนักเรียนได้เรียนรู้ในรายวิชานี้เหมาะสม

สุดท้าย ประการที่สาม โรงเรียนต้องเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ เป็นผู้สนับสนุน ทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในห้องเรียน

ดังนั้นถ้าจะให้มั่นใจได้ว่านักเรียนจะได้รับการพัฒนาตั้งแต่ระดับอนุบาลขึ้นไปจนถึงมัธยมนั้น สิ่งสำคัญจึงอยู่ที่จะต้องให้ครูมีความรู้เพียงพอเกี่ยวกับ ความคิดเชิงประมวลผล และวิธีการที่จะนำไปรวมอยู่ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะต้องได้รับการสนับสนุนทั้งในระดับ โรงเรียน กลุ่มสาระ และลงไปถึงรายบุคคล นอกจากนั้น องค์กรที่เกี่ยวข้อง จะต้องดำเนินการพัฒนาทรัพยากรเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนของครูอย่างเพียงพอ

บทสรุป

ความคิดเชิงประมวลผล เป็นกระบวนการคิดเพื่อการแก้ปัญหา หรือรูปแบบของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีแนวคิดจากการแก้ปัญหาทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเน้นการออกแบบองค์ประกอบของการแก้ปัญหาที่ต้องการลดความซับซ้อนของปัญหาซึ่งจะทำให้การแก้ปัญหาใหญ่ๆ ซับซ้อนมากทำได้ง่ายขึ้น โดยการแบ่งงานเป็นส่วนย่อย คิดขั้นตอนวิธี พิจารณาข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล การแทนลักษณะข้อมูล การเลือกใช้วิธีการที่แก้ปัญหาได้สำเร็จจากงานอื่นมาประยุกต์ หรือประยุกต์วิธีที่แก้ปัญหาที่ได้ทำสำเร็จไปสู่การแก้ปัญหาอื่นๆ เป็นต้น

กระบวนการความคิดเชิงประมวลผลจะถูกนำไปใช้ และมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นไป และจะเป็นทักษะพื้นฐานที่ทุกคนต้องมีเช่นเดียวกับ การอ่าน การเขียน และคณิตศาสตร์ ในกลางศตวรรษนี้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการพัฒนาทักษะความคิดเชิงประมวลผลให้เด็กไทย เพื่อความพร้อมของการพัฒนาประเทศต่อไป

บรรณานุกรม

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *ครูเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารมืออาชีพ*. กรุงเทพมหานคร.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). *Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community?* Retrieved from <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/BarrStephensonInroadsArticle.pdf>
- Exploring Computational Thinking. Retrieved from <https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/>
- Guzdial, M. (2008). Education Paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, 51(8), 25.

- Lorena, A. Barba group (2016). *Computational thinking: I do not think it means what you think it means*. Retrieved from <http://lorenabarba.com/blog/computational-thinking-i-do-not-think-it-means-what-you-think-it-means/>
- Phillips, P. (2005). *COMPUTATIONAL THINKING A PROBLEM-SOLVING TOOL FOR EVERY CLASSROOM*. Retrieved from https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/ct__pat__phillips.ppt
- Settle, A., Franke, B., Hansen, R., Spaltro, F., Jurisson, C., Rennert-May, C., & Wildeman, B. (2012). Infusing computational thinking into the middle-and high-school curriculum. *Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education-ITICSE'12*.
- Smith, L. (2015). *The benefits of computational thinking*. Retrieved from <http://www.bcs.org/content/conWebDoc/55416>
- Wing, J. M. (2006). *Computational thinking*. *Communications of the ACM*, 49(3), 33.
- Yadav, A. (2011). *Computational Thinking and 21st Century Problem Solving*. Retrieved from http://cs4edu.cs.purdue.edu/__media/ct-in-k12__edps235.pdf
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1-16.

ผู้เขียน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยการ ศิริรัตน์ กลุ่มสาระการงานฯ กลุ่มงานคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม