

ขอบเขตความสามารถของเอไอ (Capability Limit of AI)

ชิตชนก เหลือสินทรัพย์

ราชบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประเพณีวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สำนักวิทยาศาสตร์
ราชบัณฑิตยสภา, lchidcha@gmail.com

บทนำ

เอไอเป็นเทคโนโลยีที่กลายเป็นตัวช่วยแก้ปัญหาและเสริมความสามารถในการดำเนินการต่าง ๆ ในวิชาการหลากหลายสาขา เช่น ศิลปะ ธุรกิจ การศึกษา อุตสาหกรรม การเกษตร ความสามารถของเทคโนโลยีนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ชั้นนำของโลกหลายคนเกรงว่า มันจะกลายเป็นเครื่องมือทำลายสันติภาพของโลก ทำให้คนตกงาน เป็นเครื่องมือสำหรับมิชชันนารีใช้หลอกลวงประชาชนได้ ในบทความนี้ เราจะมาพิจารณากันว่าขอบเขตความสามารถของโปรแกรมเอไบบนพื้นฐานของความรู้ด้านคณิตศาสตร์และขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ (algorithms) ที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้มีปัจจัยอะไรบ้างที่เป็นตัวกำหนด เมื่อทราบถึงขอบเขตความสามารถแล้ว การคาดว่าโปรแกรมนี้จะทำอะไรได้ในอนาคตจะทำได้ชัดเจนและเป็นรูปธรรม สามารถป้องกันผลร้ายที่อาจเกิดขึ้นได้

เอไอคืออะไร

เอไอ (artificial intelligence) คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานและแก้ปัญหาตามที่ผู้เขียนโปรแกรมออกแบบไว้ เมื่อนำไปประยุกต์กับงานจริง ผู้ใช้งานโปรแกรมจะรู้สึกว่าโปรแกรมฉลาดและเก่ง เพราะสามารถแก้ปัญหาตามที่ต้องการได้ ดังนั้น เอไวจึงเป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเฉพาะงานบางอย่างที่ผู้ใช้งานคุ้นเคย แต่อาจไม่ได้เรียกโปรแกรมเหล่านี้ว่า *โปรแกรมเอไอ* ตัวอย่างของโปรแกรมเอไอคือ โปรแกรมค้นหาคำในโปรแกรมกลุ่ม text editor โปรแกรมเล่นหมากรุก โปรแกรมที่ค้นหาและเทียบสาย DNA โปรแกรม web browser ปัจจุบันนี้โปรแกรมทั่วไปมักถูกเรียกว่าโปรแกรมเอไอ เนื่องจากมีส่วนเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับโปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้งานป้อนคำสั่งที่เป็นประโยคภาษาพูด โดยที่ความยาวและรูปแบบประโยคไม่มีข้อจำกัด

การวัดว่าผู้ใช้รู้สึกว่าโปรแกรมฉลาด อาจทำได้โดยใช้วิธีการที่ Professor Alan Turing เสนอในบทความที่ชื่อ COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE ในการนี้คณะกรรมการจะป้อนประโยคที่เป็นภาษาพูดให้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานด้วยโปรแกรมเอไอ และให้แก่มนุษย์ โดยที่คนตอบและเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่คนละห้อง และคณะกรรมการไม่รู้ว่าคุณตอบอยู่ในห้องใด จากนั้นก็นับคะแนนว่าคำตอบจากห้องใดถูกต้องมากกว่ากัน ถ้าคำตอบจากห้องที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ถูกต้องมากกว่า ก็แสดงว่าเครื่องคอมพิวเตอร์มีความฉลาดจากโปรแกรมที่ทำงานได้ Professor Alan Turing ใช้คำว่า Intelligence (ความฉลาด) ไม่ได้ใช้คำว่า wisdom (ปัญญา) ดังนั้น คำว่า artificial intelligence ตามแนวคิดของ Professor Alan

Turing ซึ่งเป็นผู้ที่เริ่มต้นงานวิจัยในเรื่องเอไอ จึงต้องแปลว่า *ความฉลาดประดิษฐ์* ไม่ใช่ ปัญญาประดิษฐ์ ตามที่ใช้กันในปัจจุบัน

โปรแกรมเอไอทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสร้างตามแนวคิดของ **พีชคณิตแบบบูล** (Boolean Algebra) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการคำนวณเชิงตรรกะที่ประกอบด้วยตรรกะพื้นฐาน คือ ตรรกะ **และ** (AND), ตรรกะ **หรือ** (OR), และตรรกะ **ไม่** (NOT) ตรรกะทั้งสามนี้สามารถนำมาผสมกันเพื่อสร้างวงจรคำนวณที่ซับซ้อนได้เช่น วงจรบวก วงจรคูณ วงจรหาร และยังใช้ในการออกแบบวงจรหน่วยความจำ วงจรเทียบค่าตัวเลข รวมทั้งวงจรควบคุมการทำงานต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น การทำงานของโปรแกรมเอไอจึงอิงการคำนวณ การเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำ การเปรียบเทียบค่าตัวเลขจากผลการคำนวณ ขอบเขตความสามารถของโปรแกรมเอไอจึงถูกจำกัดด้วยปัจจัยด้านการคำนวณ และปัจจัยด้านขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ (algorithms) ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและการเคลื่อนย้ายข้อมูลในหน่วยความจำ

ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์คือขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้ได้คำตอบตามที่ผู้ออกแบบโปรแกรมต้องการ ตัวอย่างต่อไปนี้แสดงขั้นตอนทางคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหา

การเรียงค่าตัวเลขจากน้อยไปมาก

๑. หาตัวเลขที่มีค่าต่ำสุดออกมาก่อน แล้วลบตัวเลขนี้ออกจากกลุ่มตัวเลขที่ให้มา
๒. วนรอบขั้นตอนที่ ๑ จนไม่มีกลุ่มตัวเลขในกลุ่มที่ให้มา

การสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จำรูปภาพ

๑. สกัดลักษณะของภาพและแปลงเป็นเวกเตอร์
๒. กำหนดค่ากลุ่มให้เวกเตอร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ ๑ ค่ากลุ่มใช้ระบุว่าเป็นรูปหน้าของใคร แต่ละคนอาจมีหลายรูปได้
๓. นำเวกเตอร์ทั้งหมดพร้อมกับค่ากลุ่มไปสอนโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ (artificial neural network)

ขั้นตอนการสกัดลักษณะของภาพนั้นประกอบด้วยขั้นตอนย่อยหลายขั้นตอน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการคำนวณความสัมพันธ์ของค่าสีและความเข้มสีของจุดภาพที่ประชิดกันในรูปแบบของสมการคณิตศาสตร์ เช่น histogram of gradient (HOG), Fourier transform, Wavelet transform การสอนโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยจำนวนมาก เช่น การกำหนดจำนวนเซลล์ประสาทและจำนวนชั้นของเซลล์ประสาท การเลือกฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อแทนรูปร่างของตัวแบ่งกลุ่มเวกเตอร์ในขั้นตอนที่ ๑ ซึ่งอาจเป็นระนาบ วงรี หรือ ทรงรีในมิติสูง การกำหนดจำนวนรอบของการเรียนรู้ การปรับค่าตัวแปรน้ำหนักที่เส้นเชื่อมโยงระหว่างเซลล์ประสาท

การหาค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดของปัญหาด้านวิศวกรรมที่ใช้แนวเมแทฮิวริสติก (meta-heuristic)

ตัวอย่างของปัญหาที่ต้องหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดคือ ปัญหาการส่งของตามเมืองต่าง ๆ โดยให้ระยะทางรวมของการเดินทางต่ำสุด ปัญหานี้ใช้เวลานานมากในการหาคำตอบที่ดีที่สุดถ้าจำนวนเมืองเพิ่ม สมมติว่ามีเมือง ๑๐ เมือง วิธีหาคำตอบคือเริ่มจากการสลับเมืองทั้ง ๑๐ เมือง เพื่อดูว่าการเดินทางอาจมีได้กี่รูปแบบ จากนั้นจึงคำนวณระยะทางของรูปแบบการเดินทางแต่ละรูปแบบ เลือกรูปแบบการเดินทางที่ให้ระยะทางที่สั้นที่สุดออกมา จำนวนรูปแบบของการสลับเท่ากับ $10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 3628800$ รูปแบบเมแทฮิวริสติกใช้การเลียนแบบปรากฏการณ์ในธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตในการหาอาหาร หรือเอาตัวรอด ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปเป็นดังนี้

๑. แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปเวกเตอร์
๒. สร้างโครงข่ายเวกเตอร์จำนวนมากแบบสุ่ม
๓. คัดกรองเวกเตอร์ที่เหมาะสมโดยใช้ฟังก์ชันวัดผล เช่น ฟังก์ชันที่คำนวณระยะทางทั้งหมดของการเดินทาง
๔. นำเวกเตอร์ที่คัดกรองแล้วไปสร้างเวกเตอร์ชุดใหม่ และผสมกับเวกเตอร์ที่สุ่มใหม่ในขั้นตอนนี้
๕. ทำซ้ำขั้นตอนที่ ๓-๔ จนกว่าจะได้คำตอบที่พอใจ

จากตัวอย่างข้างต้นจะพบว่า ขั้นตอนวิธีมีหลากหลายมาก แต่อาจสรุปเป็นกลุ่มขั้นตอนวิธีที่มักใช้กันในโปรแกรมเอไอได้ดังนี้

๑. ขั้นตอนวิธีการค้นหา (Searching)
๒. ขั้นตอนวิธีการเรียงข้อมูล (Sorting)
๓. ขั้นตอนวิธีการเทียบสายอักขระ (String matching)
๔. ขั้นตอนวิธีแบบเมแทฮิวริสติก (Meta-heuristic algorithm)
๕. ขั้นตอนวิธีเฉพาะงาน (Ad-hoc algorithm) เช่น ขั้นตอนวิธีการสร้าง chatbot, การแปลภาษา, การตีความวิดีโอ
๖. ขั้นตอนวิธีที่เกี่ยวข้องกับกราฟ (Graph algorithms)

คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามแนวคิดของการคำนวณของพีชคณิตแบบบูล (Boolean algebra) ดังนั้น ถ้าต้องการให้เครื่องสามารถทำงานแก้ปัญหาก็ได้และทำให้รู้สึกว่ามันฉลาด จำเป็นต้องแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่คำนวณได้ตามแนวคิดและความรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่มีในปัจจุบัน ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้ คือ Vector space, Linear algebra, Calculus, Statistical distribution และ divergence, Information และ entropy, Functional approximation, Functional transformation, Computational geometry, Numerical methods, Crisp set theory, Fuzzy set theory, Logic, distance measure, combinatorics ตัวอย่างของการประยุกต์แนวคิดและทฤษฎีคณิตศาสตร์ในปัญหาต่าง ๆ มีดังนี้

๑. ปัญหาการรู้จำข้อมูลและการระบุคลาสของข้อมูล ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับการสอนโครงข่ายประสาทประดิษฐ์ให้ระบุภาพ เสียง วิดีทัศน์ หรือชุดข้อความว่าเป็นภาพใด ภาพอะไร เสียงใคร เสียงอะไร วิดีทัศน์เกี่ยวกับอะไร การตีความภาพและวิดีโอ เช่น คนไข้เริ่มมีอาการเดินผิดปกติ คนร้ายเริ่มขโมยของ การตีความข้อความที่ส่งเข้าไปในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ว่ากำลังโดนโจมตีหรือไม่ คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ปัญหานี้คือ vector space, linear algebra, differentiation ใน calculus, functional transformation เช่น Fourier transform และ wavelet transform, information และ entropy, computational geometry, numerical methods, rough set, fuzzy set

๒. ปัญหาการระบุจำนวนกลุ่มข้อมูลว่ามีกี่กลุ่ม ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับการให้เครื่องคอมพิวเตอร์ระบุว่าข้อมูลกระจายตัวเป็นกี่กลุ่ม ตัวอย่างของปัญหานี้คือ ต้องการหาว่ากลุ่มของสินค้าที่เป็นของกินที่ลูกค้าซื้อในแต่ละช่วงเวลาของวันมีกี่กลุ่ม สินค้าแต่ละชนิดจะแทนด้วยลักษณะเช่น มีรสหวาน รสเปรี้ยว รสเค็ม ทำจากเนื้อชนิดใด มีหรือไม่มีผักผสม ลักษณะต่าง ๆ ของสินค้าแต่ละชนิดจะแทนในรูปของเวกเตอร์ รูปที่ ๑ แสดงการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูล ข้อมูลแต่ละจุดคือเวกเตอร์ในสองมิติ เมื่อเรามองด้วยสายตา จะรู้สึกว่าข้อมูลอยู่ ๓ กลุ่ม แต่เครื่องคอมพิวเตอร์อาจจะระบุว่ามี ๓ หรือมากกว่า ๓ กลุ่ม คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการระบุจำนวนกลุ่มข้อมูลคือ vector space, linear algebra, distance measure, information และ entropy



รูปที่ ๑ ตัวอย่างกลุ่มข้อมูลในปัญหาการระบุจำนวนกลุ่มข้อมูลว่ามีกี่กลุ่ม

๓. ปัญหาการแปลงประโยคที่ยาวไม่เท่ากันเป็นเวกเตอร์ที่ยาวเท่ากัน ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับการขั้นตอนก่อนที่จะนำประโยคไปตีความ ย่อความ หรือ โต้ตอบ เช่น การระบุว่าคำพ้องในคดีเกี่ยวข้องกับมาตราใดในกฎหมาย คำพ้องแต่ละสำนวนเป็นกลุ่มคำที่มีจำนวนคำไม่เท่ากัน ปัญหาการระบุมาตราตามคำพ้องสามารถแปลงเป็นปัญหาการระบุคลาสของคำพ้อง ซึ่งคำทั้งหมดในคำพ้องต้องอยู่ในรูปของเวกเตอร์ขนาดเท่ากัน คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องคือ vector space, linear algebra, functional transformation

๔. ปัญหาการสร้างภาพ เสียง หรือวิดีโอตามคำหรือวลีที่ระบุลักษณะ ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับการสร้างเสียงหรือวิดีโอจากข้อความที่ระบุลักษณะที่ผู้ใช้งานโปรแกรมต้องการ โปรแกรมจะแปลงข้อความที่ระบุลักษณะไปเป็นค่าของตัวแปรในโปรแกรมที่ควบคุมการสร้างผลลัพธ์ที่ต้องการ และเลือกฟังก์ชันที่เหมาะสม ซึ่งสร้างไว้ล่วงหน้าจากการสอนด้วยข้อมูลภาพ เสียง หรือวิดีโอจำนวนมาก ฟังก์ชันจะคำนวณร่วมกับตัวแปรควบคุมลักษณะเพื่อสร้างผลลัพธ์ที่ผู้ใช้โปรแกรมต้องการ คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องคือ Statistical distribution และ divergence, information และ entropy, functional transformation

๕. ปัญหาการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับการหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของฟังก์ชันตัววัดผลลัพธ์ของการทำงานบางอย่าง เช่น การบรรจุกล่องสินค้าที่มีขนาดต่าง ๆ เข้าไปในรถบรรทุกให้ได้จำนวนกล่องมากที่สุด คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องคือ calculus, linear algebra, combinatorics, computational geometry, numerical methods

ขอบเขตความสามารถและข้อสรุป

โดยสรุป ความสามารถของโปรแกรมเอไอที่ทำงานในเครื่องคอมพิวเตอร์ปัจจุบันขึ้นอยู่กับความรู้ทางคณิตศาสตร์และขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ทางคอมพิวเตอร์ที่มีในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ความรู้ทั้ง ๒ ด้านนี้ไม่มีขอบเขตจำกัด ซึ่งอาจให้ผลลัพธ์ที่ดีหรือไม่ดีก็ได้ และมีผลกระทบที่ดีหรือไม่ดีต่อสังคม จึงเป็นเรื่องที่ต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ชั้นนำของโลกหลายท่านเกรงว่าจะไม่ปลอดภัยและเตือนว่าโปรแกรมเอไอจะเป็นอันตรายต่อความสงบและสันติภาพของโลกได้ คำเตือนนี้อาจเป็นจริงได้ถ้าผู้สร้างโปรแกรมเอไอต้องการให้เกิดผลเช่นนั้น ถึงแม้ว่าโปรแกรมเอไอมีทั้งคุณประโยชน์และโทษ งานวิจัยเพื่อหาองค์ความรู้ใหม่ในเทคโนโลยีนี้จำเป็นต้องดำเนินต่อไปทั้งด้านคณิตศาสตร์และขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ เรายังจำเป็นต้องทำให้จิตใจของทุกคนมีคุณธรรม คิดแต่สิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม การศึกษาของประเทศไทยต้องเน้นให้นักเรียนในทุกระดับชั้นและทุกสาขาวิชามีพื้นฐานความรู้ในด้านคณิตศาสตร์และขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ รู้ทันเทคโนโลยีสมัยใหม่ รวมทั้งสามารถปรับตัวได้ตอบกับผลกระทบที่เกิดจากเทคโนโลยีของโปรแกรมเอไอได้อย่างเหมาะสม

บรรณานุกรม

- Ho, J., Jain, A., and Abbeel, P. (2020). Denoising diffusion probabilistic models. *Advances in neural information processing systems*, 33, 6840–51.
- Devlin, J., Chang, M.W., Lee, K., Toutanova, K. (2018). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. *arXiv:1810.04805*.
- Nocedal, J., and Wright, S.J. (2006). *Mathematics Subject Classification*. Springer Science+Business Media, LLC.
- Jindawan's, P., Phimoltares, S., Lursinsap, C. (2016). A fast learning method for streaming and randomly ordered multi-class data chunks by using one-pass-throw-away class-wise learning concept. *Expert Systems and Applications*, 63, 249–66.
- Luke, S. (2013). *Essentials of Metaheuristics. Second Edition*. <http://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/>
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59, 433–60.