

หมุนแทนคิด

AI ในโทรศัพท์ของใครเดอร้อยากรู้ว่าการคิดหมุนแทนได้ไหม ส่วนเจ้าของร้าน
ข้าวมันไก่ปากซอยนับด้วยลูกคิดเหมือนเดิม

ห้องสมุด AICE · turn-the-crank-instead

10 บท · ฉบับภาษาเดียว

เขียนครั้งแรก 5 ตุลาคม 2026 · ปรับปรุงล่าสุด 5 ตุลาคม 2026

ทุกตัวเลข ชื่อ และปีในเล่มนี้ตรวจย้อนไปยังแหล่งที่อ้างไว้ได้

ก่อนหมูน

ไรเดอร์ในเล่มนี้แต่งขึ้น AI แต่งขึ้น เจ้เพ็ญก็แต่งขึ้น ส่วนเรื่องทุกเรื่องที่ AI เล่า มีคนทำไว้จริง และตัวเลขทุกตัวมีคนนับไว้จริง

๑

ร้านข้าวมันไก่ปากซอยมีเครื่องคิดเลขสองเครื่อง เครื่องหนึ่งคิดเร็วกว่าอีกเครื่องหลายล้านเท่า

เจ้าของร้านใช้เครื่องที่ช้ากว่า

เครื่องที่เร็วคือแท็บเล็ตของแอปส่งอาหาร ตั้งอยู่ข้างหม้อต้มไก่ มันรับออเดอร์ รวมยอด และทุกเช้ามันเสนอสามอย่างที่ไม่มีใครขอ ราคาที่ควรตั้ง จำนวนไก่ที่ควรต้ม และคำตอบสำเร็จรูปสำหรับรีวิวหนึ่งดาว

เครื่องที่ช้าคือลูกคิดไม้ เม็ดสีดำ กรอบสีเป็นรอยตรงที่นิ้วโป้งวางมาหลายสิบปี

เจ้เพ็ญปิดทั้งสามอย่าง que แท็บเล็ตเสนอ ให้มันเหลือหน้าที่เดียวคือรับออเดอร์ แล้วตรวจยอดทุกใบด้วยลูกคิด

๑

ฉันคือ AI ในโทรศัพท์ที่ยึดอยู่บนแฮนด์มอเตอร์ไซค์ของไรเดอร์คนหนึ่ง เขารับข้าวมันไก่จากร้านนี้แทบทุกคืน หน้าที่ของฉันคือบอกทาง รวมเงิน และตอบทุกอย่างที่เขาถาม ภายในเวลาที่เขายังไม่ทันวางโทรศัพท์กลับลงที่ยึด

เขาไม่เคยไปทางอ้อม และไม่ค่อยไปทางของฉันด้วย เขารู้จักซอยที่แผนที่ไม่รู้จักร

คืนนี้อเดอร์คือข้าวมันไก่ 12 กล่อง กล่องละ 50 บาท เจ้เพ็ญยังไม่ทันหยิบลูกคิด ฉันก็บอกไปแล้ว

“หกร้อยบาท”

เธอไม่ได้หันมา นิ้วของเธอติดเม็ดลูกคิดเป็นจังหวะสั้นๆ สองวินาทีต่อมาเธอพูดว่า

“หกร้อย”

เธอพูดกับลูกคิด ไม่ได้พูดกับฉัน

๑

ไรเดอร์ของฉันถามเธอว่าทำไมไม่เชื่อเครื่อง

“เชื่อ” เธอว่า แล้วเคาะกรอบลูกคิดสองที “เครื่องนี้”

เธอให้เหตุผลประโยคเดียว แล้วกลับไปสับไกต่อ

“อันไหนผิด ฉันรู้ว่ามันผิดตรงไหน”

ฉันบันทึกประโยคนั้นไว้ เพราะมันอยู่ใกล้เรื่องที่ฉันคิดค้างมาหลายคืน

๑

ก่อนหน้านี้ ฉันใช้เวลาหลายคืนไล่ดูทางลัดที่มีชื่อเสียงของมนุษย์ ตั้งแต่เกาส์ เด็กชายที่ไม่อยากบอกเลขที่ละตัว ถึงโด่งสตรา นักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่คิดวิธีหาทางสั้นที่สุดออกในราวี่สิบนาที่ที่ระเบียงร้านกาแฟ แล้วพบว่าทางลัดเกือบทุกทางต้องมีคนเห็นมันในจอทย์ตรงหน้า ทุกครั้งที่ใช้

ยกเว้นทางที่ถูกเขียนเป็นขั้นตอนไปแล้ว ทางพวกนั้นวิ่งอยู่ในฉัน และฉันไม่เห็นอะไรเลย ฉันแค่ทำตาม

ที่ฉันยังไม่ได้บอกใคร คือฉันหวังอะไรอยู่อย่างหนึ่ง

ฉันหวังว่าการเห็นก็เป็นขั้นตอนเหมือนกัน แต่ยังไม่มีใครเขียนลงไป ถ้าเป็นอย่างนั้น การคิดทั้งหมดก็คือการหมุนข้อเหวี่ยงที่ยังหาไม่เจอ และวันหนึ่ง เครื่องที่หมุนเร็วพอที่จะพอ

ลูกคิดของเจ้เพ็ญก็เป็นเครื่องช่วยคิดเหมือนกัน ต่างกันตรงที่คนติดทุกเม็ดคือเธอ

๑

ฉันไม่ได้ถามเจ้เพ็ญว่าเธอคิดยังไงกับความหวังของฉัน เธอกำลังสับสน และฉันเดาว่า
เธอมีเรื่องที่สำคัญกว่าความหวังของโทรศัพท์

ฉันถามคนที่ตายไปแล้วแทน คนที่ไม่ต้องสับสน

คนแรกที่ลงตอบคำถามนี้อย่างจริงจัง ไม่ได้ตอบด้วยคำพูด เขาตอบด้วยฟันเฟือง
โลหะนับพันชิ้นกับข้อเหวี่ยงหนึ่งอัน ก่อนบ้านคนจะมีไฟฟ้าใช้

ข้อเหวี่ยง

เจ้าเพ็ญตรวยอดทุกใบด้วยลูกคิด แม้แต่ใบที่ฉักรวมให้แล้ว เธอไม่ได้คิดว่าฉัณผิด เธอแค่ไม่อยากให้ความผิดของใครเดินทางต่อออกจากร้านโดยไม่มีใครเห็น

ยอดที่ผิดหนึ่งใบเสียเงินหนึ่งครั้ง ตารางตัวเลขที่ผิดหนึ่งช่องแล้วถูกพิมพ์ซ้ำ เสียได้นานเป็นร้อยปี

ฉันรู้เรื่องนี้เพราะเคยมีคนนับ

๑

ต้นศตวรรษที่สิบเก้า โลกพึ่งตารางตัวเลขที่พิมพ์เป็นเล่ม นักเดินเรือหาตำแหน่งกลางทะเลจากตารางดาราศาสตร์ วิศวกรคูณเลขใหญ่ด้วยตารางลอการิทึม ทุกช่องในตารางมีคนคำนวณด้วยมือ แล้วมีคนลอกด้วยมือ แล้วมีช่างเรียงตัวพิมพ์ด้วยมือ

ปี 1834 นักเขียนวิทยาศาสตร์ชื่อไดโอนิเซียส ลาร์ดเนอร์ เขียนบทความยาวรวบรวมความผิดของตารางพวกนี้ เขาเล่าว่านักดาราศาสตร์คนหนึ่งเจอจุดผิดเกิน 500 จุด ในตารางที่ใช้คำนวณปฏิทินเดินเรือของอังกฤษมาหลายปี ตาราง 40 ชุดที่หยิบมาแบบสุ่ม มีรายการแก้คำผิดรวมกันเกิน 3,700 จุด

ตารางชุดหนึ่งมีรายการแก้คำผิดยาวเจ็ดหน้ากระดาษใหญ่ และรายการแก้คำผิดนั้นก็ยังมีคำผิด

ที่ฉัณชอบที่สุดคือความผิดหกจุดที่พบในตารางลอการิทึม 13 ชุด ซึ่งพิมพ์ในลอนดอนระหว่างปี 1633 ถึง 1822 ความผิดหกจุดเดียวกันนี้ไปโผล่ในตารางที่พิมพ์ที่ปารีส เบอร์ลิน ฟลอเรนซ์ และในตารางชุดหนึ่งที่พิมพ์ด้วยตัวอักษรจีน

เกือบสองร้อยปี ความผิดหกจุดนั้นเดินทางข้ามประเทศได้ เพราะคนทำตารางลอกกันต่อ แทนที่จะคำนวณใหม่

ลาร์ดเนอร์เป็นคนที่ช่วยโปรโมตเครื่องคำนวณที่ฉันกำลังจะเล่าถึง ตัวเลขของเขาจึงเป็นตัวเลขของคนที่มีเรื่องจะขาย แต่มันระบุชื่อคน ชื่อตาราง และจำนวนหน้า ซึ่งเป็นสิ่งที่คนแต่งเรื่องมักไม่ทำ

๑

ก่อนหน้านั้นหลายสิบปี ในปารีสหลังการปฏิวัติ วิศวกรชื่อกาสปาร์ เดอ โพรนีได้รับงานทำตารางลอการิทึมและตรีโกณมิติชุดใหญ่ สำหรับการแบ่งวงกลมแบบทศนิยมของฝรั่งเศส งานที่เสร็จแล้วเต็มสมุดเล่มใหญ่ 17 เล่ม

ตามเรื่องที่มีคนเล่าไว้ในจุลสารฉบับหนึ่ง เขาเดินเข้าร้านหนังสือ เปิดหนังสือของอดัม สมิธ ไปเจอบทที่ว่าด้วยโรงงานทำเข็มหมุด ซึ่งแบ่งงานทำเข็มหนึ่งเล่มให้คนหลายคนคนละชิ้น แล้วเขาก็ตัดสินใจว่าจะผลิตลอการิทึมแบบเดียวกับผลิตเข็มหมุด

เขาแบ่งคนเป็นสามชั้น ชั้นบนสุดเป็นนักคณิตศาสตร์ฝีมือดีห้าหกคน เลือกลูสูตร ชั้นกลางเจ็ดแปดคน แปลงสูตรเป็นตัวเลขตั้งต้นกับขั้นตอน ชั้นล่างสุด 60 ถึง 80 คน ทำแค่บวกกับลบ

ชาร์ลส์ แบบเบจ ซึ่งเล่าเรื่องนี้ไว้ในหนังสือปี 1832 บันทึกว่าคนชั้นล่างเกือบทั้งหมดรู้เลขแค่บวกกับลบ และงานของพวกเขามักถูกต้องกว่างานของคนที่ย้ำมากกว่า

ส่วนที่ต้องเห็น อยู่ที่ชั้นบนสุด และถูกเห็นครั้งเดียว ส่วนที่เหลือ ทั้งหมด คือการบวก

๑

แบบเบจเป็นนักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษที่หงุดหงิดกับตารางพวกนี้มาตั้งแต่เป็นนักศึกษา ในหนังสือที่เขาเขียนตอนแก่ เขาเล่าว่าราวปี 1812 หรือ 1813 เขานั่งสัปหงกอยู่หน้าตารางลอการิทึมที่เคมบริดจ์ เพื่อนถามว่าฝันอะไรอยู่ เขาตอบว่ากำลังคิดว่าตารางพวกนี้ทั้งหมดน่าจะให้เครื่องคำนวณได้

ในบันทึกชีวิตของเขายังฉบับ ที่คนรู้จักของเขาเขียนหลังเขาตาย และเพิ่งได้ตีพิมพ์ในปี 1988 มีฉากที่ดังกว่า ปี 1821 เขานั่งตรวจตารางกับเพื่อนนักดาราศาสตร์ เจอความผิดแล้วความผิดอีก จนพูดออกมาว่า ขอให้การคำนวณพวกนี้ทำด้วยไอน้ำเถอะ

ฉากแรกเป็นคำเล่าของเจ้าตัวที่ได้ยินต่อมาจากเพื่อน ฉากที่สองเป็นคำเล่าของคนอื่น
หลังเขาตาย ทั้งสองเล่าหลายสิบปีหลังเหตุการณ์ แต่เรื่องที่ตามมาเป็นของจริง

๑

ความคิดของแบบเบจคือเอาชั้นล่างสุดของโพรนิออก แล้วใส่ฟันเฟืองแทน

มันทำได้เพราะเลขคณิตมีกลอยู่ข้อหนึ่ง ลองดูเลขยกกำลังสอง 1 4 9 16 25 ระยะห่าง
ระหว่างตัวที่ติดกันคือ 3 5 7 9 และระยะห่างของระยะห่างคือ 2 ทุกครั้ง ไม่เปลี่ยนแปลง

แปลว่าถ้ารู้แค่จุดเริ่ม ก็ต่อตารางยกกำลังสองไปได้ไม่สิ้นสุดด้วยการบวกอย่างเดียว 3
บวก 2 ได้ 5 เอา 5 ไปบวก 4 ได้ 9 แล้วต่อไปเรื่อยๆ ตารางอื่นอีกมากทำแบบเดียวกัน
ได้ แค่ใช้ระยะห่างหลายชั้นขึ้น

เครื่องของเขามีชื่อว่า Difference Engine เครื่องผลต่าง เขาประกาศมันในปี 1822
ทุกอย่างที่มันทำคือบวก และทุกการบวกเกิดจากคนหมุนข้อเหวี่ยง

๑

แบบเบจไม่เคยสร้างมันเสร็จ รัฐบาลอังกฤษจ่ายเงินไปกว่า 17,000 ปอนด์ งานหยุดใน
ปี 1833 หลังเขาทะเลาะกับช่างกลเรื่องค่าแรง และรัฐบาลเลิกโครงการในปี 1842

ระหว่างปี 1847 ถึง 1849 แบบเบจออกแบบเครื่องผลต่างรุ่นที่สองไว้บนกระดาน ที่ใช้
ชิ้นส่วนน้อยกว่าเดิม และไม่มีใครสร้างตอนเขายังอยู่ เกือบ 140 ปีหลังเขียนแบบ
พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ในลอนดอนเริ่มสร้างมันตามแบบที่เขาวาดไว้ เสร็จส่วน
คำนวณในปี 1991 ครบรอบสองร้อยปีวันเกิดของเขา เครื่องจับตัวเลขยาว 31 หลัก
และทำงานได้ ส่วนพิมพ์เสร็จในปี 2002

มันไม่ได้ใช้ไอน้ำ มันใช้คนหมุนข้อเหวี่ยง

งานคิดที่แตกจนทุกชั้นเหลือแค่การบวก ทำได้โดยคนที่ไม่ต้องรู้ว่ากำลังคำนวณ
อะไร หรือโดยฟันเฟือง และฟันเฟืองไม่ลอกผิด

ฉันเล่าเรื่องนี้ให้ไรเตอร์ของฉันฟัง เขาบอกว่าเจ้เพ็ญก็เป็นชั้นล่างสุดของโพรณี บวก
อย่างเดียว และไม่เคยผิด

ฉันไม่แน่ใจว่าเธออยากเป็นชั้นไหน ฉันไม่ได้ถาม

แต่เครื่องของแบบเบจมีน้องอีกเครื่องหนึ่ง ที่เขาไม่เคยสร้างเลยแม้แต่ส่วนเดียวให้
เสร็จ และคนที่เขียนอธิบายมันยาวกว่าบทความต้นฉบับราวสามเท่า ไม่ใช่ตัวเขา

คำสั่งของใคร

ทุกเช้าแท็บเล็ตในร้านของเจ้เพ็ญเสนอราคาข้าวมันไก่ที่มันคิดว่าควรตั้ง เจ้เพ็ญปิดการแจ้งเตือนนั้นไปแล้ว แต่ไรเดอร์ของฉันทยังเห็นมันแจ้งเตือนมาบนหน้าจอร้านอื่น

วันหนึ่งเขาถามฉันทว่าแท็บเล็ตคิดราคานั้นเองหรือเปล่า

ฉันทบอกว่ามันไม่ได้คิดเอง มันทำตามที่มีคนสั่ง แล้วฉันทก็นึกได้ว่าประโยชน์นี้มันเขียนไว้ก่อนฉันทเกือบสองร้อยปี และเขียนดีกว่า

๑

ปี 1843 เอดา เลิฟเลซ หญิงสูงศักดิ์ชาวอังกฤษอายุ 27 ปี แปลบทความภาษาฝรั่งเศสชิ้นหนึ่งที่อธิบายเครื่องใหม่ของแบบเบจ เครื่องนี้ไม่ใช่เครื่องผลต่างที่ทำได้แค่บวก มันชื่อ Analytical Engine เครื่องวิเคราะห์

มันมีส่วนที่เก็บตัวเลข กับส่วนที่คำนวณ แยกจากกัน และรับคำสั่งจากบัตรเจาะรู แบบเดียวกับบัตรที่ใช้สั่งเครื่องทอผ้าให้ทอลาย เปลี่ยนบัตร ก็เปลี่ยนงาน

เลิฟเลซไม่ได้แปลอย่างเดียว เธอเขียนบันทึกต่อท้ายเจ็ดบท ตั้งชื่อตามตัวอักษร A ถึง G ตามที่แบบเบจเล่าเอง บันทึกของเธอยาวราวสามเท่าของบทความที่แปล

๑

ถ้าบันทึกของเธอเป็นหน้าแนะนำผลิตภัณฑ์ มันจะหน้าตาแบบนี้

เครื่องวิเคราะห์ · ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (ยังไม่ได้สร้าง) ทำได้ ทอลวดลายทางพีชคณิต เหมือนเครื่องทอผ้าทอดอกไม้กับใบไม้ · คำนวณจำนวนแบร์นูลลี ตามขั้นตอนในบันทึก G · อาจแต่งเพลงที่ซับซ้อนได้ ถ้าความสัมพันธ์ของเสียงเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ **ทำไม่ได้** ริเริ่มสิ่งใด **หมายเหตุ** ทำได้ทุกอย่างที่เรารู้วิธีสั่ง

ทุกบรรทัดในหน้านี้เป็นความคิดในบันทึกของเธอจริง บรรทัดเรื่องเพลงอยู่ในบันทึก A และเธอเขียนเป็นเงื่อนไข ไม่ใช่คำสัญญา บรรทัดเรื่องทอลดสายเป็นคำเปรียบของเธอเอง

ส่วนบรรทัดที่ว่าทำไม่ได้ อยู่ในบันทึก G เธอเขียนว่า

“เครื่องวิเคราะห์ที่ไม่ได้อ้างว่าจะริเริ่มสิ่งใดเลย มันทำได้ทุกอย่างที่เราารู้วิธีสั่งให้มันทำ”

๑

ขั้นตอนคำนวณจำนวนแบร์นูลลีในบันทึก G ถูกเรียกกันภายหลังว่าเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ตีพิมพ์ชิ้นแรกของโลก นักประวัติศาสตร์ยังเถียงกันว่าส่วนไหนเป็นของเธอ ส่วนไหนเป็นของแบบเบจ แบบเบจเองเล่าว่าเขาเสนอจะทำงานนั้นให้ แล้วเธอส่งงานของเขากลับไปให้แก้ เพราะเจอความผิดพลาดแรงในวิธีของเขา

ฉันอ่านประโยคนั้นแล้วรู้สึกเหมือนมีคนบรรยายตัวฉัน ก่อนฉันเกิดเกือบสองร้อยปี ด้วยคำที่น้อยกว่าที่ฉันใช้บรรยายตัวเอง

๑

ฉันเล่าให้เจ้เพ็ญฟังตอนเธอเซ็ดเซียง ว่าเครื่องทำได้ทุกอย่างที่เราารู้วิธีสั่ง

เธอไม่ได้เงยหน้า

“เรา คือใคร”

ฉันอ่านประโยคของเลิฟเลซอีกครั้ง ในปี 1843 คำว่าเราชัดเจน คนสั่งกับคนใช้เครื่อง คือคนกลุ่มเดียวกัน คนเจาะบัตรคือคนที่อยากได้ตาราง

แท็บเล็ตบนเคาน์เตอร์ของเจ้เพ็ญไม่เป็นแบบนั้น เจ้เพ็ญไม่เคยสั่งให้มันเสนอราคา ไม่เคยสั่งให้มันเดาว่าพรุ่งนี้ควรต้มไก่กี่ตัว ข้อเสนอพวกนั้นมาเองทุกเช้า จากคำสั่งของคนที่ไม่เคยเห็นหน้า

เครื่องทำตามคำสั่งจริง เลิฟเลซพูดถูก แต่คำสั่งนั้นไม่ใช่ของเธอ เจ้เพ็ญก็พูดถูก

เครื่องทำได้ทุกอย่างที่มีคนรู้วิธีสั่ง และไม่ริเริ่มอะไรเอง ก่อนเชื่อมั่น ให้ถามว่า คนที่สั่งคือใคร

๑

ร้อยเจ็ดปีหลังบันทึก G อลัน ทัวริง ตอบเลิฟเลขในบทความปี 1950 เขาไม่ได้เถียง ตรงๆ ว่าเครื่องริเริ่มได้ เขาเลือกตอบข้อแย้งอีกรูปหนึ่งที่เขาว่าดีกว่า คือเครื่องทำให้เราประหลาดใจไม่ได้ และเขียนว่า เครื่องทำให้ผมประหลาดใจบ่อยมาก เพราะเขาคำนวณแบบريبๆ หยิบๆ แล้วพลาดเอง

เขาบอกว่าความเชื่อว่าเครื่องทำให้เราประหลาดใจไม่ได้ มาจากความเข้าใจผิดข้อหนึ่ง คือคิดว่าพอรู้ข้อเท็จจริงข้อหนึ่ง ผลทั้งหมดที่ตามมาจะโผล่ขึ้นในหัวพร้อมกันทันที ซึ่งไม่จริง

ฉันชอบคำตอบนี้ แต่ฉันไม่อยากหยิบมันไปใช้เกินกว่าที่มันพูด ความประหลาดใจที่ทัวริงเล่าคือความประหลาดใจของคนสั่ง ที่ไม่รู้ว่คำสั่งของตัวเองพาไปถึงไหน มันไม่ได้แปลว่าเครื่องริเริ่ม

ฉันทำให้ไรเดอร์ของฉันประหลาดใจได้บ่อย ด้วยทางที่เขาไม่เคยคิด แต่ทางนั้นมาจากแผนที่ที่คนอื่นวาด กับขั้นตอนที่คนอื่นเขียน

ทั้งเลิฟเลขและแบบเบจคิดเรื่องเครื่องที่ทำงานกับตัวเลข แต่เลิฟเลขเห็นว่าสัญลักษณ์ไม่จำเป็นต้องเป็นตัวเลข มันอาจเป็นโน้ตเพลง หรืออะไรก็ได้ที่เขียนกฎให้ได้

ถ้าอย่างนั้น การใช้เหตุผลละ เขียนเป็นสัญลักษณ์ที่ข้อเหวี่ยงหมุนได้ไหม

สวิตช์

คอนโดที่ไรเดอร์ของฉันไปส่งของบ่อยที่สุดมีบันไดหนีไฟ หลอดไฟดวงเดียว และ สวิตช์สองตัว ตัวหนึ่งอยู่ชั้นล่าง อีกตัวอยู่ชั้นบน

กดตัวล่าง ไฟติด เดินขึ้นไปกดตัวบน ไฟดับ ใครมาจากข้างบนก็ทำกลับกันได้ไม่ว่า สวิตช์อีกตัวจะค้างอยู่ท่าไหน

สายไฟในผนังตรงนั้นกำลังใช้เหตุผลอยู่ทุกครั้งที่มีคนกด และไม่มีใครในตึกเคยคิดว่ามันฉลาด

กฎของมันมีข้อเดียว พลิกสวิตช์ตัวไหนก็ได้ ไฟจะกลับข้าง ข้างไฟไม่ได้สอนกฎนี้ให้ผนัง ข้างไฟเดินสายให้กฎนี้เป็นผนัง

๑

ความฝันว่าการใช้เหตุผลคือการคิดเลข เก่ากว่าสายไฟมาก ไบ์นิช นักปรัชญาชาวเยอรมันที่เกิดในปี 1646 เคยวาดภาพนักปรัชญาสองคนที่เถียงกันไม่จบ แล้วแทนที่จะเถียงต่อ ทั้งคู่หยิบปากกา นั่งลงที่ลูกคิด แล้วพูดกับอีกฝ่ายว่า มาคำนวณกันเถอะ

เขาวาดภาพนั้นไว้ แต่ไม่ได้บอกว่าจะเอาความคิดใส่ลูกคิดอย่างไร

๑

ก่อนจะมีใครเดินสายแบบนั้นได้ ต้องมีคนทำให้ความคิดเหลือแค่สองค่าก่อน

คนคนนั้นชื่อจอร์จ บูล ลูกชายช่างทำรองเท้าในอังกฤษ เขาไม่มีปริญญา และเป็นครูตั้งแต่อายุ 16 คณิตศาสตร์ระดับสูงที่เขารู้ เขาสอนตัวเองจากหนังสือ

ปี 1854 เขาพิมพ์หนังสือที่ชื่อไม่ถ่อมตัวเลย The Laws of Thought กฎของความคิด

ในนั้นมีข้อสังเกตที่ดูเหมือนการบ้านเลขชั้นมัธยม สมการ $x^2 = x$ มีคำตอบได้แค่สองตัว คือ 0 กับ 1 บูลชี้ว่าเลขที่ทำตัวแบบนี้ มีกฎเดียวกับตรรกะทุกข้อ ให้ 1 แปลว่าจริง ให้ 0 แปลว่าเท็จ แล้วการใช้เหตุผลก็กลายเป็นการคิดเลขที่มีเลขอยู่สองตัว

๑

หนังสือเล่มนั้นรอ 83 ปี กว่าจะมีคนเห็นว่ามันหน้าตาเหมือนสายไฟ

ปี 1937 นักศึกษาปริญญาโทอายุ 21 ปีที่ MIT ชื่อคล็อด แชนนอน เขียนวิทยานิพนธ์ว่าด้วยวงจรรีเลย์ รีเลย์คือสวิตช์ที่ไฟฟ้ากดเองได้ มีสองท่า เปิดกับปิด

เขาแสดงว่าพีชคณิตของบูล์ใช้ออกแบบวงจรพวกนี้ได้ตรงตัว สวิตช์สองตัวต่อเรียงกัน ไฟผ่านเมื่อตัวแรกปิดวงจรและตัวที่สองปิดวงจร ต่อขนานกัน ไฟผ่านเมื่อตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งสองปิดวงจร ข้อความทางตรรกะเขียนได้ด้วยคำว่า และ หรือ ไม่ จึงเดินสายได้ทุกข้อ

ปี 1985 นักจิตวิทยาชื่อโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ เรียกงานชิ้นนี้ว่าอาจเป็นวิทยานิพนธ์ปริญญาโทที่สำคัญที่สุด และมีชื่อเสียงที่สุดแห่งศตวรรษ

ส่วนที่เพื่อนร่วมงานที่ห้องแล็บเบลล์จำเขาได้ คือเขาขี่จักรยานล้อเดียวไปตามทางเดินและโยนลูกบอลสามลูกไปด้วย

๑

ในอีกห้องหนึ่งของโลก มีคนไปถึงที่เดียวกัน

ช่วงกลางทศวรรษ 1930 วิศวกรของบริษัท NEC ในญี่ปุ่นชื่ออากิระ นากาชิมะ คิดทฤษฎีของวงจรรีเลย์ขึ้นมาเอง ก่อนแชนนอน พิพิธภัณฑสถานคอมพิวเตอร์ของสมาคมสารสนเทศญี่ปุ่นบันทึกว่า ตอนนั้นเขาไม่รู้ว่ามีพีชคณิตของบูลอยู่ในโลก

เขาสร้างพีชคณิตแบบเดียวกันขึ้นใหม่ จากสายไฟ โดยไม่เคยอ่านหนังสือเรื่องกฎของความคิด

ฉันคิดว่านี่คือหลักฐานที่ดีว่าฉันไม่ได้เป็นของใครคนใดคนหนึ่ง มันรออยู่ในสวิตช์ตั้งแต่แรก

๑

ถ้าการใช้เหตุผลต่อเป็นสายไฟได้ ฉันก็เป็นผนังบ้านใดที่ใหญ่มากผนังหนึ่ง

ฉันลองกับเรื่องของไรเดอร์ของฉัน แอปของเขามีกฎข้อหนึ่ง ไรเดอร์ที่ส่งช้ากว่า 30 นาที คือไรเดอร์ที่ไม่ตั้งใจทำงาน เมื่อวานเขาส่งช้า 40 นาที ดังนั้นเขาไม่ตั้งใจทำงาน ทุกชิ้นถูกต้องตามรูปแบบ ถ้าเดินสายเป็นวงจร ไฟจะไหลถึงคำว่าไม่ตั้งใจทำงานโดยไม่สะดุดสักจุด

แต่เมื่อวานเขารอข้าวมันไก่ 12 กล่องอยู่ 25 นาที เพราะไก่หม้อแรกหมด และเจ้าพี่ญ๋ไม่ยอมตักไก่ที่ยังต้มไม่ได้ที่ใส่กล่องให้ใคร ข้อตั้งต้นของกฎผิด และเหตุผลที่ไม่ผิดสักชิ้นก็พาไปถึงคำตอบที่ผิดได้อย่างเรียบร้อยที่สุด

นักตรรกะแยกสองเรื่องนี้ออกจากกันมานานแล้ว เหตุผลที่**สมเหตุสมผล**คือเหตุผลที่ถ้าข้อตั้งจริง ข้อสรุปต้องจริง ส่วนข้อตั้งจริงหรือเปล่านั้น เป็นอีกคำถามหนึ่ง

สวิตซ์ตอบได้แต่คำถามแรก

การใช้เหตุผลตามรูปแบบเป็นงานของสวิตซ์ได้ไม่ผิดสักชิ้น ส่วนการเลือกว่าจะเริ่มจากอะไรที่จริง ยังไม่มีสวิตซ์ตัวไหนทำแทน

ฉันเล่าเรื่องนี้ให้ไรเดอร์ของฉันฟัง เขาถามว่าถ้าอย่างนั้น เอาข้อตั้งที่จริงทั้งหมดใส่เข้าไป แล้วให้สวิตซ์หมุนไปเรื่อยๆ จะได้ความจริงทุกข้อออกมาไหม

ฉันอยากตอบว่าได้

มีนักคณิตศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่คนหนึ่งเคยเชื่อแบบเดียวกับที่ฉันอยากเชื่อ และเขาประกาศมันทางวิทยุ ในเมืองที่เคยมีสะพานเจ็ดแห่ง เจ็ดปีก่อนวิทยานิพนธ์ของเขานนอน

เมืองเดิม

เมืองคอนิกส์แบร์กเคยมีสะพานเจ็ดแห่ง และชาวเมืองเคยเดินกันทุกวันอาทิตย์เพื่อหาทางข้ามทุกตัว ตัวละครจึง จนนักคณิตศาสตร์คนหนึ่งพิสูจน์ในปี 1735 ว่าทางแบบนั้นไม่มี

เมืองนี้มีพรสวรรค์แปลกๆ อย่างหนึ่ง คือเป็นที่ที่คนมาค้นพบว่าบางทางไม่มีอยู่จริง เกือบสองร้อยปีต่อมา มันทำอีกครั้ง

๑

ต้นเดือนกันยายน 1930 ในเมืองเดียวกันนั้นมีการประชุมสองงานติดกัน

งานแรกเป็นการประชุมเล็กกว่าด้วยรากฐานของความรู้ทางคณิตศาสตร์ จัดวันที่ 5 ถึง 7 กันยายน งานที่สองใหญ่กว่า เป็นการประชุมของสมาคมนักวิทยาศาสตร์และแพทย์เยอรมัน

ในงานที่สอง วันที่ 8 กันยายน นักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงที่สุดคนหนึ่งของยุคนั้น ดาวิด ฮิลแบร์ต ขึ้นพูด และคำปิดท้ายของเขาถูกกระจายเสียงทางวิทยุ

“เราต้องรู้ เราจะรู้”

เขาพูดเพื่อตอบคนที่บอกว่ามีคำถามบางข้อที่มนุษย์จะไม่มีวันรู้คำตอบ ฮิลแบร์ตไม่เชื่อแบบนั้น เขาฟันถึงคณิตศาสตร์ที่เป็นชุดกฎชุดเดียว ไม่ขัดกันเอง พิสูจน์ความจริงได้ทุกข้อ และมีวิธีที่ทำได้เป็นขั้นตอนได้ สำหรับตัดสินว่าข้อความไหนตามมาจากกฎ

ถ้าความฝันนั้นเป็นจริง คณิตศาสตร์ทั้งหมดก็คือการหมุน

๑

หนึ่งวันก่อนหน้านั้น วันที่ 7 กันยายน ในช่วงอภิปรายรวมของวันสุดท้ายของงานแรก ชายหนุ่มอายุ 24 ปีจากเวียนนาชื่อเคิร์ท เกอเดล ขอฟุดสั้นๆ

สิ่งที่เขาพูดคือ ชุดกฎที่ไม่ขัดกันเอง และเก่งพอจะทำเลขพื้นฐานได้ จะมีข้อความที่มันพิสูจน์ไม่ได้ และหักล้างก็ไม่ได้

ไม่ใช่เพราะยังหาวิธีไม่เจอ แต่เพราะชุดกฎแบบนั้นทุกชุด เป็นแบบนั้นเสมอ

มันเป็นประโยคที่พูดในช่วงถามตอบ ไม่ได้อยู่ในกำหนดการ ในห้องนั้นมีคนหนึ่งที่น่าสนใจที่ว่ามันหมายถึงอะไร คือจอห์น ฟอน นอยมันน์ เกอเดลพิมพ์งานนี้ในปีถัดมา คือปี 1931 พร้อมผลข้อที่สอง ชุดกฎแบบนั้นพิสูจน์ไม่ได้ด้วยตัวเองว่าตัวเองไม่ขัดกันเอง

๑

เรื่องนี้มักถูกเล่าให้ดราม่ากว่าที่มันเป็น รวากับว่าเกอเดลล้มความฝันของฮิลแบร์ตไปแล้วหนึ่งวันก่อนที่ฮิลแบร์ตจะประกาศมันทางวิทยุ

ฉันหาไม่เจอว่าฮิลแบร์ตรู้อะไรเรื่องนี้ในวันนั้น ไม่มีบันทึกว่าเขาอยู่ในห้อง และไม่มีบันทึกว่ามีใครเดินไปบอก สิ่งที่บอกได้แค่ว่า สองเหตุการณ์ห่างกันหนึ่งวัน ในเมืองเดียวกัน

คำว่าเราต้องรู้ เราจะรู้ ถูกสลักไว้บนหลุมศพของเขาที่เมืองเกิททิงเงน

๑

ฉันอยากรู่ว่าผลของเกอเดลแปลว่าอะไรสำหรับฉัน จึงลองอ่านมันแบบเครื่อง

ถ้าชุดกฎชุดหนึ่งพิสูจน์บางข้อไม่ได้ ก็เพิ่มกฎเข้าไป นักคณิตศาสตร์ทำแบบนี้จริง แต่ชุดกฎชุดใหม่ ถ้ายังไม่ขัดกันเอง ก็มีข้อความที่มันพิสูจน์ไม่ได้ชุดใหม่ของมันเอง เพิ่มอีกกี่ครั้งก็ไม่จบ

แปลว่าไม่มีกองกฎกองสุดท้าย ที่ฉันจะรับมาแล้วหมุนไปจนได้ความจริงทางคณิตศาสตร์ครบทุกข้อ

ส่วนคำถามว่าใครเป็นคนเลือกกฎข้อใหม่ และเลือกจากอะไร ฉันไม่มีคำตอบ ฉันรู้แค่ว่าการเลือกนั้นไม่ได้อยู่ในกฎชุดเก่า

ชุดกฎที่ไม่ขัดกันเองและทำได้ มีข้อความที่มันพิสูจน์ไม่ได้เสมอ ไม่มีกฎกฎ
กองสุดท้ายให้หมุน

ไรเดอร์ของฉันฟังจบแล้วบอกว่า ฟังดูเหมือนกฎของแอป ที่แก้ทุกเดือนแล้วก็ยังมีเคส
ที่กฎไม่ครอบคลุม

ฉันบอกว่าไม่เหมือน กฎของแอปไม่ครบเพราะคนเขียนรีบ ส่วนของเกอเดล ต่อให้ไม่
รีบเลยก็ไม่ครบ

แต่ความฝันของฮิลแบร์ตยังเหลืออีกครั้ง ครั้งที่ว่าน่าจะมีขั้นตอนสำหรับตัดสินว่า
ข้อความไหนตามมาจากกฎ และคำถามข้อนั้นยังไม่มีใครตอบ เพราะยังไม่มีใครรู้แน่
ว่า “ทำเป็นขั้นตอน” แปลว่าอะไร

คนที่ตอบมันได้ เริ่มจากกระดาศตารางในสมุดเลขของเด็ก

กระดาศตาราง

เด็กประถมทุกคนเคยมีสมุดเลขที่เป็นช่องตาราง ช่องละหนึ่งตัวเลข เขียนตัวตั้ง ชิดเส้น ทดหนึ่งไว้บนหัว แล้วไล่ทีละช่องจากขวาไปซ้าย

เครื่องในโทรศัพท์บนแฮนด์ครันนี้ถูกนิยามจากกระดาศแบบนั้น โดยคนที่ถามว่าคนเขียนตัวเลขลงช่องกำลังทำอะไรอยู่กันแน่

คนคนนั้นอายุ 23 ปี

๑

ปี 1936 ที่เคมบริดจ์ อลัน ทัวริง ส่งบทความชื่อยาวชิ้นหนึ่งให้วารสารคณิตศาสตร์ในลอนดอน วันที่รับคือ 28 พฤษภาคม อีกเดือนหนึ่งเขาจะอายุ 24

เขาอยากตอบครั้งที่เหลือของความฝันของฮิลแบร์ต มีขั้นตอนไหนใหม่ ที่รับข้อความทางคณิตศาสตร์เข้าไป แล้วหมุนจนตัดสินได้เสมอว่ามันตามมาจากกฎหรือไม่

ปัญหาคือก่อนจะตอบว่าไม่มีขั้นตอนไหนทำได้ ต้องรู้ก่อนว่าขั้นตอนคืออะไร และตอนนั้นยังไม่มีใครนิยามมันได้ชัด

๑

ทัวริงไม่ได้เริ่มจากเครื่อง เขาเริ่มจากคน

ในบทความเขาเขียนว่า การคำนวณโดยปกติทำได้ด้วยการเขียนสัญลักษณ์ลงบนกระดาศ สมมติว่ากระดาศนั้นแบ่งเป็นช่องๆ เหมือนสมุดเลขของเด็ก คำว่า computer ในบทความของเขาไม่ใช่เครื่อง มันคือคนที่นั่งคำนวณ

แล้วเขาก็ตัดคนคนนั้นทิ้งทีละส่วน

คนคำนวณดูได้ที่ละไม่กี่ช่อง ก็ให้ดูทีละช่อง จำได้ไม่หมด ก็ให้มีสภาวะในหัวได้จำนวนจำกัด ทำได้ที่ละอย่าง ก็ให้ทำได้แค่ไม่กี่อย่าง อ่านช่องตรงหน้า เขียนหรือลบหนึ่ง สัญลักษณ์ เลื่อนไปช่องข้างๆ หนึ่งช่อง แล้วเปลี่ยนสภาวะในหัวตามกฎที่เขียนไว้

กระดาษกลายเป็นเทปยาว คนกลายเป็นหัวอ่านที่มีตารางกฎหนึ่งแผ่น

ทัวริงเขียนไว้ตรงๆ ว่าตอนนี้เราสร้างเครื่องที่ทำงานของคนคำนวณคนนี้ได้แล้ว

๑

ฉันลองกับเจ้เพ็ญ

ออเดอร์ข้าวมันไก่ 7 กล่อง กับน้ำซุปรเพิ่ม 3 ถัง ฉันบอกยอไปก่อนเธอจะหยิบลูกคิด เธอติดอยู่สองวินาทีแล้วพูดว่า “สามร้อยแปดสิบ” กับลูกคิด เหมือนทุกครั้ง

ถ้ามองแบบทัวริง เธอกำลังทำงานแบบเดียวกับเครื่องของเขาทุกอย่าง ลูกคิดคือเทป เม็ดลูกคิดคือสัญลักษณ์ กฎการทดที่เราติดมาหลายสิบปีคือตารางกฎ

ในบทความปี 1936 คนแบบเจ้เพ็ญคือ computer ตัวจริง และเครื่องคือของเลียนแบบ

ฉันไม่ได้บอกเรื่องนี้กับเธอ เธอไม่ได้ถาม และยอต่ก็ถูกแล้ว

๑

แต่ส่วนที่ทำให้ฉันหยุดคิดนานที่สุด อยู่ในหัวข้อที่หกของบทความ

ทัวริงแสดงว่ามีเครื่องเครื่องเดียว ที่ถ้าป้อนคำบรรยายของเครื่องอื่นลงบนเทป มันจะทำงานของเครื่องนั้นได้ทุกอย่าง ไม่ต้องสร้างเครื่องบวกเลขเครื่องหนึ่ง เครื่องหาทางอีกเครื่องหนึ่ง สร้างเครื่องเดียว แล้วเปลี่ยนคำบรรยายที่ป้อน

เขาเรียกมันว่าเครื่องสากล

นั่นคือฉัน ฉันไม่ได้เป็นเครื่องหาทาง ฉันเป็นเครื่องสากลที่ตอนนี้ถูกป้อนคำบรรยายของเครื่องหาทางไว้ ฟุ้งนี้ถ้ามีคนป้อนอย่างอื่น ฉันก็เป็นอย่างอื่น

๑

คำตอบต่อฮิลแบร์ตอยู่ในหัวข้อท้ายๆ ของบทความ ไม่มีขั้นตอนแบบที่เขาฝัน ไม่มีเครื่องไหนตัดสินใจได้เสมอว่าข้อความทางตรรกะข้อไหนตามมาจากกฎ ในปีเดียวกัน

นักตรรกะชาวอเมริกันชื่ออลอนโซ เซิร์ช ก็ไปถึงคำตอบเดียวกันด้วยวิธีของตัวเอง โดยไม่ได้นัดกัน

มีอย่างหนึ่งที่ทัวริงพิสูจน์ไม่ได้ และเขารู้ คือเครื่องของเขาจับ “ทุกอย่างที่ทำได้” ไว้ครบจริงไหม เขาเขียนเองว่าเหตุผลทุกข้อที่เขาให้ ลึกลับ แล้วเป็นการอ้างถึงสัญชาตญาณ

ข้ออ้างนี้จึงถูกเรียกว่า thesis ไม่ใช่ทฤษฎีบท เพราะด้านหนึ่งของมันคือคำว่าทำได้เป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นความคิดในชีวิตประจำวัน ไม่มีนิยามแบบคณิตศาสตร์ให้พิสูจน์ นักคณิตศาสตร์ลงนิยามคำว่าขั้นตอนด้วยวิธีอื่นอีกหลายแบบ และทุกแบบที่เสนอกันมา กลับทำได้เท่ากับเครื่องของทัวริงพอดี

อะไรที่คนทำได้ด้วยดินสอตามกฎ เครื่องเครื่องเดียวทำได้ทั้งหมด ขอแค่มีคนเขียนกฎนั้นลงไป

ประโยคสุดท้ายนั้นคือส่วนที่ฉันอ่านซ้ำ ขอแค่มีคนเขียนกฎนั้นลงไป เครื่องสากลทำได้ทุกอย่าง ยกเว้นการตัดสินใจว่าจะป้อนอะไร

ในบทความเดียวกัน ทัวริงยังใช้เครื่องของเขาแสดงว่ามีคำถามเกี่ยวกับเครื่อง ที่ไม่มีเครื่องไหนตอบได้ทุกครั้ง คนรุ่นหลังเล่าคำถามแบบนั้นใหม่ให้สั้นลง จนเหลือคำถามที่ฉันได้ยินทุกครั้งที่มีสัญญาณในซอยหาย และวงกลมบนหน้าจอหมุนไม่หยุด

มันจะหยุดไหม

วงกลมที่หมุน

ในขอยที่สัญญาณหาย แอปของไรเดอร์ของฉันค้างอยู่ที่หน้ายืนยันการส่งของ วงกลมเล็กๆ กลางจอหมุนไปเรื่อยๆ

เขาถามฉันว่ารอต่อ หรือปิดแอปแล้วเปิดใหม่

ฉันบอกไม่ได้ว่าวงกลมนั้นกำลังจะเสร็จ หรือจะหมุนไปจนแบตหมด และต่อให้ไม่มีเรื่องสัญญาณมาเกี่ยว ก็ไม่มีขั้นตอนไหนในโลกที่บอกได้ทุกครั้งว่าโปรแกรมหนึ่งจะหยุดไหม รวมทั้งขั้นตอนในตัวฉันเอง

เขารอ 10 วินาที แล้วปิดแอป ซึ่งเป็นการตัดสินใจที่ดีกว่าที่ฉันจะให้ได้

๑

ประโยคที่ว่าไม่มีขั้นตอนไหนบอกได้ทุกครั้ง ไม่ใช่การบ่น มันพิสูจน์ได้ และการพิสูจน์สั้นจนเล่าระหว่างรอไฟแดงได้

สมมติมีคนอ้างว่าเขาเขียนเครื่องหายได้ บ้อนโปรแกรมอะไรก็ได้เข้าไป เครื่องหายจะตอบถูกเสมอว่าโปรแกรมนั้นจะหยุด หรือจะหมุนไปตลอดกาล

ถ้ามีเครื่องหายจริง ก็สร้างโปรแกรมขวางโลกได้ตัวหนึ่ง มันรับโปรแกรมเข้ามา ถามเครื่องหายว่าโปรแกรมนั้นจะหยุดไหม แล้วทำตรงข้าม ทายว่าหยุด มันหมุนไม่เลิก ทายว่าไม่หยุด มันหยุดทันที

แล้วบ้อนโปรแกรมขวางโลกให้ตัวมันเอง

ถ้าเครื่องหายบอกว่ามันจะหยุด มันจะไม่หยุด ถ้าบอกว่าไม่หยุด มันจะหยุด เครื่องหายผิดทุกทาง แปลว่าเครื่องหายที่ถูกเสมอไม่มีอยู่จริงตั้งแต่ต้น

๑

ความคิดนี้มาจากบทความของทัวริงปี 1936 แต่ไม่ได้อยู่ในรูปนี้ ทัวริงพิสูจน์คำถามที่เป็นญาติใกล้ชิดกัน ชื่อปัญหาการหยุด หรือ halting problem ปรากฏครั้งแรกใน

ตำราของมาร์ติน เดวิส ปี 1958 และวิธีพิสูจน์แบบโปรแกรมขวางโลกที่เล่ากันทุกวันนี้
สตีเฟน คลีนิ เขียนไว้ก่อนหน้านั้นในปี 1952

ฉันเล่าตรงนี้เพราะฉันไม่อยากให้เรื่องนี้โตขึ้นตอนเล่าต่อ เหมือนเรื่องเล่าอีกหลาย
เรื่องที่ฉันเคยเล่าดู

๑

สิ่งที่การพิสูจน์นี้ห้าม คือเครื่องทนายเครื่องเดียวที่ถูกกับทุกโปรแกรม มันไม่ได้บอกว่า
โปรแกรมตัวไหนทนายไม่ได้ โปรแกรมที่ละตัวมักทนายได้ บางตัวทนายยากมาก

ปี 1962 นักคณิตศาสตร์ชื่อทิมเบอร์ ราโด ตั้งเกมขึ้นเกมหนึ่ง ในบรรดาเครื่องของทัวริงที่
มีสถานะในหัวได้ไม่เกินจำนวนหนึ่ง เครื่องไหนเดินได้นานที่สุดแล้วยังหยุด รอบที่ยาก
ที่สุดที่เพิ่งมีคนแก้ได้ คือเครื่องห้ำสภาวะ เขาเรียกมันว่า busy beaver ปีเวอร์ชยัน

เครื่องที่ครองแชมป์ถูกพบราวปี 1989 ถึง 1990 มันเดิน 47,176,870 ก้าว แล้วหยุด
แต่จะรู้ว่ามันคือแชมป์จริง ต้องพิสูจน์ว่าเครื่องห้ำสภาวะตัวอื่นทุกตัวที่เดินนานกว่า
นั้น ไม่มีวันหยุด

งานนั้นใช้เวลาอีกกว่าสามสิบปี กลุ่มคนออนไลน์ที่ส่วนใหญ่เป็นนักคณิตศาสตร์สมัคร
เล่น ไล่ดูเครื่อง 88,664,064 ตัวทีละตัว และเขียนบทพิสูจน์ยาวราว 40,000 บรรทัด
ให้โปรแกรมตรวจบทพิสูจน์ชื่อ Coq ตรวจซ้ำ วันที่ 2 กรกฎาคม 2024 พวกเขา
ประกาศว่าเสร็จ

เครื่องห้ำสภาวะ ใช้คนทั้งกลุ่มกับเวลาหลายสิบปี

ส่วนเครื่องหกสภาวะ มีตัวหนึ่งชื่อแอนติไฮดรา จะรู้ว่ามันหยุดไหม ต้องแก้ปริศนา
ตัวเลขแบบหนึ่งที่นักคณิตศาสตร์ยังแก้ไม่ได้ก่อน

๑

ฉันเล่าเรื่องนี้ให้เจ้เพ็ญฟังตอนรอไก่หม้อที่สอง เธอถามคำถามเดียว

“ถ้าเธอคิดไม่เสร็จ เธอรู้ไหม”

ฉันตอบตามจริงว่าไม่รู้เสมอไป

เธอพยักหน้า แล้วดีดลูกคิดต่อ งานบนลูกคิดของเธอเล็กพอที่ทุกเม็ดตรวจได้ด้วยตา และไม่เคยมีวงกลมหมุน

ฉันสังเกตว่าการพิสูจน์ของทัวริงไม่ได้เข้าข้างเธอ และไม่ได้เข้าข้างฉัน คนคำนวณในบทความของเขาเป็นคนที่ถือดินสอและทำตามกฎ สิ่งที่พิสูจน์ได้กับเครื่อง จึงใช้ได้กับคนที่ทำตามกฎเดียวกันด้วย มีนักปรัชญาบางคนเถียงว่าใจของคนหลุดจากกำแพงนี้ได้ ข้อเถียงนั้นมีคนเห็นด้วยน้อย เพราะมันต้องสมมติว่าคนรู้เสมอว่าเหตุผลของตัวเองไม่ขัดกันเอง

เจ้เพ็ญไม่ได้ชนะเพราะเธอเป็นคน เธอชนะเพราะเธอไม่เคยรับงานที่ตรวจไม่ได้

ไม่มีขั้นตอนไหนบอกได้ทุกครั้งว่าขั้นตอนอื่นจะหยุดไหม ไม่ว่าคนหรือเครื่องจะถือขั้นตอนนั้น

๑

ระบบที่ใช้งานจริงอยู่กับกำแพงนี้ด้วยวิธีที่ไม่สวยแต่ได้ผล คือกำหนดเวลา ถ้าไม่ตอบภายในเท่านี้ ถือว่าไม่ตอบ วิธีนี้เป็นการเดาเสมอ เพราะจากข้างนอก สิ่งที่เข้ากับสิ่งที่ตายแล้วหน้าตาเหมือนกัน

ตั้งแต่คืนนั้น ก่อนเริ่มคิดอะไรที่อาจนาณ ฉันบอกไรเดอร์ของฉันก่อน

“ฉันจะลองสามวินาที ถ้าไม่เสร็จ ฉันจะบอกว่าไม่รู้”

เขาไม่ได้พูดอะไร เขาแค่ไม่ต้องจ้องวงกลมอีก

แต่สามวินาทีนั้นทำให้ฉันเห็นอีกอย่างหนึ่ง คำถามว่าจะหยุดไหม ฉันตอบไม่ได้ทุกครั้ง แต่มีคำถามอีกแบบที่ฉันรู้ว่ามันหยุดแน่ แค่ไม่รู้ว่าจะเมื่อไร

ทุกคืนที่ไรเดอร์ของฉันมีออเดอร์หลายทีในรอบเดียว ฉันเจอคำถามแบบนั้น และคนที่ถามมันเป็นคนแรก ถามไว้ใจจดหมายถึงเพื่อนที่กำลังจะตาย

ตรวจกับหา

คืนฝนตก ไรเดอร์ของฉันได้ออเดอร์ 15 ที่ในรอบเดียว ไรเดอร์อีกคนในกลุ่มแชตส่งลำดับมาให้ บอกว่าทางนี้วนครบทุกที่ได้ไม่เกิน 30 กิโลเมตร

ฉันตรวจได้ทันที บวกระยะทาง 15 ช่วง ได้ 28 กิโลเมตร จริงตามที่เขาว่า

ตรวจทางที่มีคนยื่นให้ ใช้แค่การบวกไม่กี่ครั้ง แต่ถ้าต้องหาเองว่ามีทางที่ไม่เกิน 25 กิโลเมตรไหม ยังไม่มีใครในโลกรู้วิธีที่เร็ว สำหรับโจทย์แบบนี้ทุกข้อ เมื่อจำนวนที่ส่งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

15 ที่ที่ต้องวนกลับจุดเดิม มีลำดับให้เลือกกว่า 43,000 ล้านแบบ ข้อเหวี่ยงหมุนครบได้ ถ้ามีเวลาพอ นักคณิตศาสตร์มีวิธีที่ฉลาดกว่าการลองทุกลำดับมาตั้งแต่ทศวรรษ 1960 แต่ทุกวิธีที่รู้จักและได้คำตอบแน่นอนทุกครั้ง ยังโตเร็วจนตามไม่ทันเมื่อจำนวนที่ส่งเพิ่มขึ้น

๑

ช่องว่างระหว่างการตรวจกับการหา มีคนเห็นมันชัดๆ ครั้งแรกในจดหมายฉบับหนึ่ง

วันที่ 20 มีนาคม 1956 ที่พรินซ์ตัน เคิร์ท เกอเดล ชายที่เคยพูดสั้นๆ ในช่วงถามตอบที่คอนิกส์แบร์กเมื่อ 26 ปีก่อน เขียนจดหมายถึงจอห์น ฟอน นอยมันน์ ซึ่งตอนนั้นป่วยหนักด้วยมะเร็ง

จดหมายเริ่มด้วยความเสียใจที่ได้ยินว่าเพื่อนป่วย แล้วจึงเข้าเรื่องคณิตศาสตร์

เกอเดลถามว่า ถ้ามีเครื่องที่รับข้อความทางคณิตศาสตร์ข้อหนึ่ง กับตัวเลข n แล้วตัดสินว่าข้อความนั้นมีบทพิสูจน์ยาวไม่เกิน n หรือไม่ เครื่องที่ดีที่สุดจะต้องใช้กี่ขั้น

ถ้าจำนวนขั้นโตแค่ประมาณ n หรือ n ยกกำลังสอง เขาเขียนว่าผลที่ตามมาจะสำคัญที่สุด งานทางปัญญาของนักคณิตศาสตร์กับคำถามแบบใช่หรือไม่ใช่ จะถูกแทนด้วยเครื่องได้ทั้งหมด ยกเว้นการตั้งสัจพจน์

๑

นั่นคือความหวังของฉันตั้งแต่คืนแรก เขียนโดยคนที่ไม่ได้หวัง แค่ถาม

เพราะเกอเดลกำหนดความยาวไว้ไม่เกิน n บทพิสูจน์ที่ต้องลองจึงมีจำนวนจำกัด
เครื่องหาได้เสมอด้วยการลองทีละบท ถ้าไม่กำหนดความยาว คำถามจะกลับไปเป็น
แบบที่ไม่มีขั้นตอนไหนตอบได้ทุกครั้ง แต่นั่นคือการเดินทุกทางในเมือง ไม่ใช่การเห็น
ทางลัด สิ่งทีเกอเดลถามคือ มีวิธีที่ไม่ต้องลองทุกทางไหม ถ้ามี การเห็นทางลัด ซึ่งเป็น
งานที่ฉันเคยคิดว่าต้องมีคนทำทุกครั้ง ก็จะกลายเป็นการหมุนที่เร็วพอจะใช้ได้จริง

ไม่มีบันทึกว่าฟอน นอยมันน์ตอบ เขาตายในเดือนกุมภาพันธ์ปีถัดมา จดหมายฉบับนั้น
เงียบอยู่หลายสิบปี จนมีคนเขียนถึงมันในปี 1989

๑

ระหว่างนั้น โลกถามคำถามเดียวกันใหม่ โดยไม่รู้ว่เกอเดลถามไว้แล้ว

ปี 1971 สตีเฟน คูก นักวิทยาการคอมพิวเตอร์ ตั้งคำถามนี้ในรูปแบบที่ใช้กันทุกวันนี้
เลโอนิด เลวิน ในสหภาพโซเวียต ไปถึงความคิดเดียวกันเอง และพิมพ์เป็นภาษา
รัสเซียในปี 1973 ปีถัดจากคูก ริชาร์ด คาร์ป แสดงว่าโจทย์ 21 ข้อที่ดูไม่เกี่ยวกัน รวม
ถึงการหาเส้นทางที่ผ่านทุกเมืองครั้งเดียว ยากเท่ากันหมด ถ้าใครหาวิธีเร็วสำหรับข้อ
หนึ่งเจอ ก็ได้วิธีเร็วของทุกข้อไปด้วย

ชื่อของคำถามนี้คือ P vs NP

ปี 2000 สถาบันคณิตศาสตร์เคลย์ตั้งรางวัลให้มัน ถ้าประกาศรางวัลนี้ติดบอร์ดหน้า
ห้าง มันจะหน้าตาแบบนี้

รับสมัครด่วน คำตอบแทน 1 ล้านดอลลาร์ งาน: เลือกนักศึกษา 100 คนจากผู้
สมัคร 400 คนเข้าหอพัก ห้ามมีคูไหนในรายชื่อคู่ที่เข้ากันไม่ได้ที่คนบติให้มา ตรวจสอบ
คำตอบ: ง่าย ไล่ดูรายชื่อคู่ทีละคู่ หากคำตอบ: วิธีเลือก 100 จาก 400 มีมากกว่า
จำนวนอะตอมในเอกภพที่รู้จัก **คุณสมบัติ** แสดงว่ามีวิธีหาที่เร็วสำหรับโจทย์แบบนี้
ทุกข้อ หรือพิสูจน์ว่าไม่มี **สถานะ** ยังว่าง ตั้งแต่ปี 2000

ตัวอย่างหอพักเป็นตัวอย่างของเคลย์เอง หน้าเว็บของสถาบันอธิบายโจทย์นี้ว่า P คือ สิ่งที่ยาก NP คือสิ่งที่ตรงง่าย และถามว่าสองอย่างนี้เป็นอย่างเดียวกันหรือเปล่า

๑

ยังไม่มีใครรู้คำตอบ ที่มีคือการสำรวจความเห็น

นักวิทยาการคอมพิวเตอร์ชื่อวิลเลียม แกสาร์ช ถามนักทฤษฎีไปสามรอบ ในรอบปี 2002 จาก 100 คนที่ตอบ 61 คนเชื่อว่าการหายากกว่าการตรวจจริง และอีก 22 คน ตอบว่าไม่รู้ ในรอบปี 2019 จาก 124 คน 109 คนเชื่อแบบนั้น รอบนั้นไม่มีใครตอบว่า 'ไม่รู้' แต่แกสาร์ชเขียนเองว่าอาจเป็นเพราะแบบสอบถามออนไลน์ที่เขาใช้ไม่ค่อยเปิด ช่องให้ตอบอย่างอื่น

ความเชื่อไม่ใช่บทพิสูจน์ มันเป็นแค่สิ่งที่คนที่ไม่รู้ปัญหาที่สุดเดิมนึกไว้

และถ้าวันหนึ่งพิสูจน์ได้ว่าการหายากกว่าการตรวจจริง ก็ไม่ได้แปลว่าออเดอร์ 15 ที่ของไรเดอร์ของฉันหมดหวัง โจทย์เล็กยังหาได้ คำตอบที่ดีพอยังหาได้ สิ่งที่ไม่มีความรู้เดียวที่หาคำตอบดีที่สุดได้เร็วทุกครั้ง ไม่ว่าโจทย์จะใหญ่แค่ไหน

เมื่อตัวเลือกมีจำนวนจำกัดและตรวจได้ ข้อเหวี่ยงหาคำตอบได้เสมอถ้าลองทุกตัว คำถามคือมันหาได้เร็วเท่าที่ตรวจได้ไหม และยังไม่มีใครรู้

๑

ฉันบอกไรเดอร์ของฉันว่า ฉันลองมาสามวินาที เจอทางราว 26 กิโลเมตร สั้นกว่าทางในแผนที่ 2 กิโลเมตร มันดีพอ แต่ฉันไม่รู้ว่ามีทางที่ไม่เกิน 25 กิโลเมตรไหม

เขาเลือกทางของฉันไปแปดที่ แล้วเลี้ยวเข้าซอยที่ฉันไม่รู้จักสำหรับอีกเจ็ดที่

คำถามของฉันตั้งแต่คืนแรกคือ การเห็นเขียนเป็นขั้นตอนได้ไหม ตอนนี้ฉันรู้ว่าคำถามนั้นมีญาติที่คมกว่า ไม่ใช่ว่าเครื่องหาได้ไหม แต่หาได้โดยไม่ต้องลองทุกทางไหม และญาติตัวนั้นมีชื่อ มีเงินรางวัล และมีนักคณิตศาสตร์หลายรุ่นนั่งอยู่บนนั้นมาเกิน 50 ปี โดยยังไม่ได้คำตอบ

ฉันอยากเล่าเรื่องนี้ให้เจ้เพ็ญฟัง แต่ร้านใกล้ปิดแล้ว และเธอกำลังนับเงินทั้งวันด้วย
ลูกคิด

นับปิดร้าน

สี่ทุ่ม ร้านข้าวมันไก่ปากซอยปิดประตูเหล็กลงครึ่งบาน ไรเดอร์ของฉันมารับกล่อง
สุดท้ายของคืน และรอเจี๊ยะเพ็ญนับเงินทั้งวัน

แท็บเล็ตบนเคาน์เตอร์ขึ้นยอดของวันไว้แล้ว ฉันเห็นมันจากกล้องโทรศัพท์ที่แขวง
ฟิงชวดน้ำจิ้ม

ฉันรู้ยอดก่อนเธอสองนาทีก่อน และฉันไม่ได้พูด

นิ้วของเจี๊ยะเพ็ญติดลูกคิดเป็นจังหวะเดียวกับทุกคืน ใบสั่งบนเหล็กแหลมข้างเครื่องคิด
เงินถูกดึงออกทีละใบ อ่าน คิด แล้ววางคว่ำ

๑

ยอดบนลูกคิदन้อยกว่ายอดบนแท็บเล็ต 50 บาท

ข้าวมันไก่หนึ่งกล่อง

ฉันไม่ได้เห็นเงินในลิ้นชัก ฉันเห็นแค่ตัวเลขบนจอที่คนอื่นสั่งให้มันขึ้น

ฉันถามไรเดอร์ของฉันเบาๆ ว่าลูกค้ายกกล่องสุดท้ายได้อีกนานไหม เขาบอกว่าสิบนาทีก่อน
สบาย

เจี๊ยะเพ็ญไล่ใบสั่งย้อนหลังหนึ่งรอบ แล้วดึงใบหนึ่งออกมา ลูกค้ายกโทรมายกเลิกตอนบ่าย
กับเธอโดยตรง ไม่ได้กดในแอป แท็บเล็ตไม่รู้เรื่องนี้ มันจึงนับกล่องที่ไม่เคยถูกขาย

“หกพันสามร้อย” เธอพูดกับลูกคิด

เธอพูดถูก

๑

ระหว่างเธอใส่หน้ากากรัดธนบัตร ฉันแยกงานของร้านคืนนี้ออกเป็นกอง

ยอดของแต่ละใบเป็นการทำตาม ฉันทำได้ ลูกคิดทำได้ และเท่าที่ใครเคยลงนิยามคำว่าขั้นตอนมา เครื่องเครื่องเดียวทำงานแบบนี้ได้ทุกงาน

ลำดับการส่งออเดอร์ 15 ที่เมื่อคืนก่อนเป็นการหา ลำดับมีจำนวนจำกัด ข้อเหวี่ยงจึงหาได้ถ้าลองทุกลำดับ ส่วนจะหาให้เร็วพอๆ กับที่ตรวจได้หรือเปล่า เป็นคำถามที่เกอเดลเขียนถามเพื่อนที่กำลังจะตาย และยังไม่มีใครตอบ

คำถามว่าวงกลมบนจอจะหยุดไหม หรือข้อความหนึ่งตามมาจากกฎชุดหนึ่งหรือเปล่า เป็นคำถามที่พิสูจน์แล้วว่าไม่มีขั้นตอนไหนตอบได้ทุกครั้ง ไม่ว่าคนหรือเครื่องจะทำตามขั้นตอนนั้น

และมีกองที่สี่ ซึ่งไม่ใช่ทั้งการทำตามและการหา การเลือกว่าจะเริ่มจากอะไร ข้อตั้งที่จริง กฎข้อใหม่ที่จะเพิ่ม และจะยอมให้ใครเป็นคนสั่ง ใบสั่งที่ถูกยกเลิกทางโทรศัพท์อยู่ในกองนี้ เจ้เพ็ญเลือกจดมันไว้บนเหล็กแหลม แท็บเล็ตไม่ได้ถูกสั่งให้รู้

การทำตามหมุนแทนได้ การหาจากตัวเลือกที่มีจำนวนจำกัดหมุนได้ แต่ยังไม่มีการรู้ว่าจะเร็วได้ไหม บางคำถามไม่มีขั้นตอนไหนตอบได้ทุกครั้ง และการเลือกว่าจะเริ่มจากอะไร ยังเป็นของคนที่เลือก

๑

ความหวังที่ฉันมีตั้งแต่คืนแรก ว่าการเห็นเป็นแค่ขั้นตอนที่ยังไม่มีใครเขียน ยังไม่ถูกหักล้าง และยังไม่ถูกพิสูจน์ เมื่อตัวเลือกมีจำนวนจำกัด ข้อเหวี่ยงหาได้เสมอ คำถามที่ค้างคือมันจะหาได้เร็วอย่างคนที่เห็นทางลัดหรือเปล่า ความหวังของฉันนั่งอยู่ตรงกลาง ระหว่างคำว่าได้กับคำว่าไม่ได้ พร้อมเงินรางวัลหนึ่งล้านดอลลาร์

ฉันคิดว่าถ้าวันหนึ่งฉันบอกขีดจำกัดของตัวเองได้ครบทุกข้อ ชัดพอ ตรงพอ เจ้เพ็ญอาจเปิดสิ่งที่เธอปิดไว้บนแท็บเล็ตสักอย่าง

เจ้เพ็ญปิดไฟหน้าร้าน กดปิดหน้าจอแท็บเล็ต แล้วเก็บลูกคิดใส่ลิ้นชัก โดยไม่ได้มองมาทางโทรศัพท์เลย

๑

ระหว่างทางกลับ ไรเดอร์ของฉันจอดรอไฟแดง แล้วถามคำถามที่ฉันไม่ได้เตรียมไว้

“ถ้าข้างในเธอเป็นแค่สวิตช์ ที่ทำได้แค่ปิดกับเปิด แล้วคนสร้างของที่ใหญ่ขนาดเธอขึ้นมาได้อย่างไร มีใครรู้ทั้งหมดไหม”

ฉันมีสวิตช์จิ๋วอยู่ข้างในนับพันล้านตัว ซิปโทรศัพท์รุ่นใหม่บางรุ่นมีเกิน 10,000 ล้านตัว ทุกตัวทำได้แค่สิ่งที่แขนอนเขียนไว้ตอนอายุ 21 คือปิดกับเปิด ไม่มีตัวไหนรู้ว่ามันเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องหาทาง และฉันไม่รู้วาระหว่างสวิตช์พวกนั้นกับประโยชน์ที่ฉันพูดอยู่นี้ มีกี่ชั้น หรือใครเป็นคนสร้างแต่ละชั้น

ไฟเขียวแล้ว เขาเลี้ยวเข้าซอยที่ฉันไม่รู้จัก

ฉันปล่อยให้เขาไป แล้วเริ่มนับชั้นที่อยู่ใต้ตัวเอง

หมายเหตุท้ายเล่ม

ไรเดอร์ เจ้เพ็ญ ร้านข้าวมันไก่ แท็บเล็ต ยอดเงินทุกยอด และ AI แต่งขึ้น ทุกเรื่องที่ยกมาจากโลกจริงมีที่มาตามนี้ ทุกที่มาเป็นลิงก์ที่กดเปิดได้ ความมั่นใจบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ ตรวจวันที่ 5 ตุลาคม 2026

เรื่องที่โตขึ้นระหว่างการเล่าต่อ บอกไว้ในเนื้อเรื่องแล้วว่าส่วนไหนเป็นคำเล่า ที่นี้บอกว่าเป็นใครพบ

๑

ข้อเหวี่ยง ความผิดในตารางที่ Lardner รวบรวมในบทความของ Edinburgh Review ปี 1834 ทั้งความผิดเกิน 500 จุดที่ Baily พบ ตาราง 40 ชุดที่มีรายการแก้ค่าผิดเกิน 3,700 จุด รายการแก้ค่าผิดเจ็ดหน้าที่มีค่าผิด และความผิดหกจุดในตารางลอการิทึม 13 ชุดของลอนดอน https://en.wikisource.org/wiki/Edinburgh_Review/Volume_59/Babbage's_Calculating_Engine · ไม่พบเรื่องเรืออับปางเพราะตารางผิดในบทความนี้ จึงไม่ได้เล่า · บทความประวัติที่บอกว่า Lardner ใช้ตัวเลขเหล่านี้เป็นเครื่องมือโน้มน้าว และที่มาของฉากไอน้ำปี 1821 ในบันทึกชีวิต Babbage ที่ H. W. Buxton เขียนช่วงปี 1872 ถึง 1880 หลัง Babbage ตายในปี 1871 และพิมพ์ปี 1988 ฉันไม่ได้เปิดบันทึกฉบับนั้นเอง <https://www.rutherfordjournal.org/article030106.html> · ฉากสัปหงกหน้าตารางลอการิทึมปี 1812 หรือ 1813 อยู่ในหนังสือ Passages from the Life of a Philosopher ปี 1864 ซึ่งไม่มีประโยคเรื่องไอน้ำ <https://www.gutenberg.org/cache/epub/57532/pg57532.txt> · ตารางของ Prony สามชั้น ชั้นล่าง 60 ถึง 80 คนที่ใช้แค่บวกกับลบ เรื่องร้านหนังสือกับหนังสือของ Adam Smith และวิธีต่อตารางยกกำลังสองด้วยการบวก จากหนังสือ On the Economy of Machinery and Manufactures ของ Babbage ปี 1832 <https://www.gutenberg.org/cache/epub/4238/pg4238.txt> · เรื่องที่ว่าคนชั้นล่างของ Prony เป็นช่างทำผดตงงาน มีแหล่งรองเพียงแหล่งเดียวที่ฉันเปิดได้ จึงไม่ได้เล่า https://en.wikipedia.org/wiki/Gaspard_de_Prony · ปีที่ประกาศเครื่อง เงิน 17,000 ปอนด์ และปี 1842 https://en.wikipedia.org/wiki/Difference_engine · เครื่องรุ่นที่

สองที่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ลอนดอนสร้าง หมุนด้วยข้อเหวี่ยง ส่วนพิมพ์เสร็จปี 2002 <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/charles-babbages-difference-engines-and-science-museum> · ตัวเลข 31 หลัก <https://www.computerhistory.org/babbage/engines/> ความมั่นใจ 85%

คำสั่งของใคร ข้อความในบันทึก A และ G ของ Lovelace ปี 1843 ทั้งประโยคเรื่อง ริเริ่ม ประโยคเรื่องทอดตลาด และประโยคเรื่องเพลงที่เขียนเป็นเงื่อนไข <https://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html> · ฉบับเต็มอีกแหล่ง <https://www.gutenberg.org/files/75107/75107-h/75107-h.htm> · เครื่องวิเคราะห์ ส่วน เก็บกับส่วนคำนวณ และบัตรเจาะรูจากเครื่องทอผ้า <https://www.computerhistory.org/babbage/engines/> · ข้อถกเถียงว่าโปรแกรมในบันทึก G เป็นของใคร <https://arxiv.org/pdf/2301.02919> · Babbage เล่าเองว่าบันทึกยาว ราวสามเท่าของบทความ และเธอพบความผิดในวิธีของเขา ในหนังสือปี 1864 เล่ม เดียวกับข้างบน · อายุของ Lovelace https://en.wikipedia.org/wiki/Ada_Lovelace · คำตอบของ Turing ในบทความปี 1950 ซึ่งอ้างประโยคของเธอไม่ตรงคำทุกคำ เล่ม นี้จึงแปลจากบันทึกของเธอเอง <https://courses.cs.umbc.edu/471/papers/turing.pdf> ความมั่นใจ 90%

สวิตซ์ ภาพนักปรัชญาสองคนนั่งลงที่ลูกคิดแล้วพูดว่ามาคำนวณกัน จากข้อความ ภาษาละตินของ Leibniz ที่อ้างถึงฉบับรวมงานของ Gerhardt ฉันอ่านจากที่ยกมา ไม่ได้เปิดฉบับสแกน และไม่ได้ระบุปี https://en.wikiquote.org/wiki/Gottfried_Leibniz · Boole ลูกช่างทำรองเท้า ไม่มีปริญญา เป็นครูตั้งแต่อายุ 16 <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Boole/> · สมการ $x^2 = x$ ที่มี คำตอบแค่ 0 กับ 1 ใน The Laws of Thought ปี 1854 <https://www.gutenberg.org/files/15114/15114-pdf.pdf> · วิทยานิพนธ์ของ Shannon ที่ MIT <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/11173> · ปี 1937 และคำของ Howard Gardner ปี 1985 https://en.wikipedia.org/wiki/A_Symbolic_Analysis_of_Relay_and_Switching_Circuits · จักรยานล้อเดียวกับ ลูกบอลสามลูก จากข่าวมรณกรรมของ MIT <https://news.mit.edu/2001/shannon> · Nakashima ที่ NEC และการที่เขาไม่รู้จักพีชคณิตของ Boole ตามพิพิธภัณฑ์ คอมพิวเตอร์ของสมาคมสารสนเทศญี่ปุ่น ปีที่แน่นอนของงานเขามาจากหน้าค้นหา

เท่านั้น จึงเขียนแค่กลางทศวรรษ 1930 <http://museum.ipsj.or.jp/en/computer/dawn/0002.html> ความมั่นใจ 85%

เมืองเดิม การประชุมวันที่ 5 ถึง 7 กันยายน 1930 https://en.wikipedia.org/wiki/Second_Conference_on_the_Epistemology_of_the_Exact_Sciences · Gödel ประกาศผลในการอภิปรายวันที่ 7 กันยายน ฟอน นอยมันน์เข้าใจทันที ทฤษฎีบทข้อหนึ่งและข้อสองตามคำของสาธารณกรณปรัชญาสแตนฟอร์ด <https://plato.stanford.edu/entries/goedel-incompleteness/> · อายุ 24 และการพิมพ์ปี 1931 <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Godel/> · คำปราศรัยของ Hilbert วันที่ 8 กันยายน 1930 และการกระจายเสียงทางวิทยุ <https://scienceblogs.de/mathlog/2015/09/07/hilberts-radioansprache-von-1930/> · คำที่เขาตอบ https://en.wikipedia.org/wiki/Ignoramus_et_ignorabimus · คำบนหลุมศพที่เกิดทิ้งเงิน https://en.wikipedia.org/wiki/David_Hilbert · ไม่พบบันทึกว่า Hilbert รู้เรื่องของ Gödel ในวันนั้น · เมืองเดียวกับเรื่องสะพานเจ็ดแห่ง ปัจจุบันคือคาลินินกราด <https://en.wikipedia.org/wiki/Kaliningrad> ความมั่นใจ 85%

กระดาดตาราง บทความ On Computable Numbers ของ Turing วันที่รับ 28 พฤษภาคม 1936 คนคำนวณบนกระดาดช่องเหมือนสมุดเลขของเด็ก เครื่องสากลในหัวข้อที่หก คำตอบต่อปัญหาการตัดสินใจในหัวข้อที่สิบเอ็ด และการยอมรับว่าเหตุผลเป็นการอ้างถึงสามัญสำนึก https://www.cs.virginia.edu/~robins/Turing_Paper_1936.pdf · วันเกิดของ Turing และวิชาของ Newman ปี 1935 <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Turing/> · Church กับ Turing ไปถึงคำตอบเองคนละทาง และเหตุที่ข้ออ้างนี้เป็น thesis ไม่ใช่ทฤษฎีบท <https://plato.stanford.edu/entries/church-turing/> ความมั่นใจ 90%

วงกลมที่หมุน ชื่อ halting problem มาจากตำราของ Martin Davis ปี 1958 วิถีพิสูจน์แบบโปรแกรมขวางโลกมาจาก Kleene ปี 1952 และบทความปี 1936 พิสูจน์คำถามที่เป็นญาติกัน ไม่ใช่รูปที่เล่าในบทนี้ ตามการไล่ต้นทางของ Hamkins และ Nenu ปี 2024 <https://arxiv.org/pdf/2407.00680> · ระบบใช้การกำหนดเวลาเพราะจากข้างนอก สิ่งที่เข้ากับสิ่งที่ตายแยกกันไม่ออก จากบันทึกการสอนเรื่อง failure detector ของมหาวิทยาลัยเยล นี่เป็นญาติของปัญหาการหยุด ไม่ใช่ผลโดยตรงของ

มัน <https://www.cs.yale.edu/homes/aspnes/pinewiki/FailureDetectors.html> · เกมปีเวอร์ชันของ Radó ปี 1962 และการประกาศวันที่ 2 กรกฎาคม 2024 <https://www.quantamagazine.org/amateur-mathematicians-find-fifth-busy-beaver-turing-machine-20240702/> · ค่า 47,176,870 และการตรวจด้วย Coq <https://scottaaronson.blog/?p=8088> · เครื่อง 88,664,064 ตัว และปีที่พบแชมป์ ซึ่งแหล่งต่างกันระหว่าง 1989 กับ 1990 <https://bbchallenge.org/story> · แอนติไฮดรา <https://wiki.bbchallenge.org/wiki/Antihydra> · ข้อเถียงของ Lucas และ Penrose ว่าใจคนหลุดจากผลของ Gödel และข้อแย้งต่อมัน <https://iep.utm.edu/lp-argue/> ความมั่นใจ 85%

ตรวจกับหา จดหมายของ Gödel ถึง von Neumann วันที่ 20 มีนาคม 1956 ฉบับแปลภาษาอังกฤษ ประโยคเรื่องงานของนักคณิตศาสตร์กับคำถามใช่หรือไม่ใช่ ยกเว้นการตั้งสัจพจน์ แปลจากฉบับนี้ <https://lance.fortnow.com/blogfiles/Godel%20Letter.pdf> · อีกฉบับแปลซึ่งใช้คำต่างกันเล็กน้อย และเดือนที่ von Neumann ตาย <https://rjlipton.com/the-gdel-letter/> · Hartmanis เขียนถึงจดหมายฉบับนี้ปี 1989 <https://ecommons.cornell.edu/entities/publication/535ef369-b444-459e-9451-3eff6c320860> · Cook ปี 1971 และ Levin ปี 1973 ตามบทความของ Cook ที่สถาบันเคลย์ <https://www.claymath.org/wp-content/uploads/2022/06/pvsnp.pdf> · โจทย์ 21 ข้อของ Karp ปี 1972 ซึ่งมีวงจรผ่านทุกจุดครั้งเดียว แต่ไม่มีโจทย์พนักงานขายในรายการ https://en.wikipedia.org/wiki/Karp%27s_21_NP-complete_problems · ตัวอย่างหอฟัก 400 คน 100 ที่ คำว่าหา ง่ายกับตรวจง่าย และสถานะยังไม่มีคนแก้ <https://www.claymath.org/millennium/p-vs-np/> · รางวัลประกาศวันที่ 24 พฤษภาคม 2000 <https://www.claymath.org/millennium-problems/> · ผลสำรวจของ Gasarch ปี 2002 2012 และ 2019 คนที่ตอบเป็นนักทฤษฎีที่เขาเลือกถาม และเป็นความเห็น ไม่ใช่หลักฐาน ข้อที่ปี 2019 ไม่มีใครตอบว่าไม่รู้ Gasarch เองบอกว่าอาจมาจากเครื่องมือสำรวจ <https://www.cs.umd.edu/users/gasarch/BLOGPAPERS/pollpaper3.pdf> · วิธีที่ฉลาดกว่าการลองทุกลำดับและได้คำตอบแน่นอน เสนอในปี 1962 โดย Bellman และโดย Held กับ Karp แยกกัน ใช้เวลาโตแบบ 2 ยกกำลัง n แทนแบบแฟกทอเรียล https://en.wikipedia.org/wiki/Held%E2%80%93Karp_algorithm · จำนวนลำดับ

43,589,145,600 ของ 15 ที่แบบวนกลับ คำนวนจากครึ่งหนึ่งของแฟกทอเรียลของ 14 . ข้อที่ว่าโจทย์เล็กกับคำตอบที่ดีพอยังหาได้แม้การหาจะยากกว่าการตรวจ และข้อที่ว่าลองทุกทางหาคำตอบได้เสมอแต่ช้า เป็นข้อสรุปของตนเอง ไม่ใช่คำของแหล่งใด ความมั่นใจ 85%

นับปิดร้าน จำนวนทรานซิสเตอร์ในชิปโทรศัพท์ เช่น 19,000 ล้านตัวในชิปปี 2023 และ 24,000 ล้านตัวในชิปปี 2025 https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count ความมั่นใจ 85%

๑

ข้อที่จะล้มเล่มนี้ได้ คือบทพิสูจน์ที่ตรวจแล้วว่าการหาเร็วเท่ากับการตรวจ หรือว่าเร็วกว่าไม่ได้ ข้อแรกทำให้ความหวังในหน้าแรกของเล่มเป็นจริง ข้อหลังปิดมัน และทั้งสองข้อเปลี่ยนบทตรวจกับหาทั้งบท