อัจฉริยะศิลปะพับกระดาษ

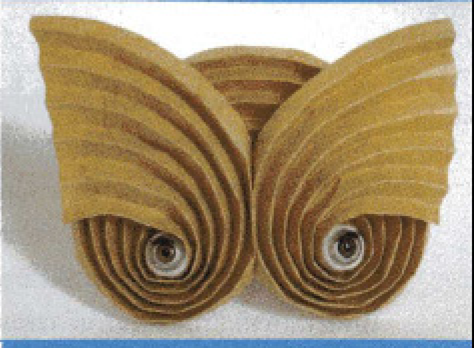
เอริก เดอเมียน นักคณิตศาสตร์ เปลี่ยนศิลปะโอริงามิของญี่ปุ่นในการพับกระดาษเป็นรูปทรงต่างๆให้เป็นการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ครั้งสำคัญ

โดย ชิโอบอน โรเบิร์ตส์

เมื่อนักศึกษาเข้าเรียนมหาวิทยาลัย บางครั้งพวกเขาก็ลงทะเบียนเรียนวิชา "สานตะกร้า 101" ซึ่งเป็นวิชาที่จัดว่าง่ายวิชาหนึ่ง แต่พวกเขาจะต้องประหลาดใจหากคาดหวังจะได้เรียนวิชาที่ไม่ต้องใช้สมองทำนองนั้นกับเอริก เดอเมียน ศาสตราจารย์รูปร่างผอมสูงวัย 29 สวมแว่นตา ไว้เคราและหางเปียยาวเฟื้อย ผู้บรรยายคณิตศาสตร์ที่ยากจะเข้าใจเกี่ยวกับการพับกระดาษ

คณิตศาสตร์ของการพับกระดาษอย่างนั้นหรือ ฟังดูเหมือนเป็นการฝึกห่อของขวัญขั้นเทพอย่างนั้นแหละ แต่สาขา "โอริงามิเชิงคำนวณ" ซึ่งมีเดอเมียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ชั้นแนวหน้าสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริงและมีความสำคัญอย่างน่าทึ่ง

ตัวอย่างเช่น ร่มชูชีพจะต้องพับและเก็บในรูปแบบที่แม่นยำ ไม่เช่นนั้นจะทำให้ตัวผู้ใช้ตกสู่พื้นอย่างรวดเร็ว การนำอุปกรณ์สำรวจอวกาศร่อนลงบนดาวอังคารก็เป็นสิ่งท้าทายนาซาในลักษณะเดียวกัน จะต่างกันตรงที่นาซาต้องพิจารณาเรื่องแรงโน้มถ่วงที่น้อยกว่า



ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมืออย่างไม้บรรทัดของช่างไม้แบบประยุกต์ (ซ้าย) หรือรูปพับโอริงามิที่ซับซ้อน (ภาพเล็กบนและล่าง) เอริก เดอเมียน อาศัยคณิตศาสตร์ของการพับกระดาษในการสำรวจวัตถุที่มีอยู่จริง ไม่มีอยู่จริง หรืออาจมีอยู่จริง ในรูปสามมิติและสูงกว่านั้น

(ขวา) MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY เอื้อเฟื้อ; (ภาพเล็ก) ERIK DEMAINE & MARTIN DEMAINE เอื้อเฟื้อ

และอุณหภูมิที่หนาวจับขั้วหัวใจเท่านั้น

วิธีพับวัสดุให้กะทัดรัดและลักษณะรูปทรงเมื่อคลี่ออกเป็นสาระสำคัญของโอริงามิเชิงคำนวณ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องตั้งแต่การบรรจุถุงลมนิรภัยลงในแกนพวงมาลัยเล็กๆ ไปถึงการคาดการณ์ว่ารถยนต์จะยุบตัวในช่วงเกิดอุบัติเหตุรุนแรงอย่างไร

ในปี 2544 เดอเมียนชาวแฮลิแฟกซ์จากแคนาดาในวัย 20 เป็นอาจารย์หนุ่มสุดที่เอ็มไอทีเคยจ้าง สองปีต่อมา เขาได้รับทุนแม็กอาร์เทอร์อันทรงเกียรติ ซึ่งเรียกกันว่า "ทุนอัจฉริยะ" และในปี 2551 พิพิธภัณฑ์ศิลปะสมัยใหม่ซื้อผลงานโอริงามิของเขาไปสามชิ้น (ซึ่งเขาพับกับมาร์ทินผู้เป็นพ่อ) สำหรับจัดแสดงเป็นการถาวร

โครงการและงานวิจัยล่าสุดของนักคณิตศาสตร์หลักแหลมผู้นี้จะเผยให้เราเห็นโลกแห่งอนาคต เช่น วัตถุเปลี่ยนรูปทรงได้ คอมพิวเตอร์ที่ "ระบายสี" ลงบนผนัง หรือแม้แต่ความลับทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิต

เดอเมียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่เดินทางไปประชุมและแสดงปาฐกถาทั่วโลกมาตั้งแต่เขาเป็นวัยรุ่น พรสวรรค์ทางการแสดงทำให้การบรรยายของเขามีรูปแบบที่ไม่มีใครลอกเลียนได้ ครั้งหนึ่งในวันฮาโลวีน เขาสวมหมวกพ่อมดสีน้ำเงินวาววับและผ้าคลุมยาวสีดำ ขณะบรรยายคณิตศาสตร์ที่เผยวิธีดีที่สุดในการห่อช็อกโกแลต*โมซาร์ตคูเกล*

ในการปาฐกถาที่น่าจดจำอีกครั้ง มีผู้ฟังคอยป่วนเดอเมียนด้วยคำถามกวนใจ เช่น "เอ็มไอทีจ้างคุณมาศึกษาเททริสจริงหรือ" (เททริสคือวิดีโอเกมที่คนนิยมเล่นกันทั่วโลก) กลับกลายเป็นว่า ตัวป่วนคนนั้นคือพ่อของเดอเมียนซึ่งสวมวิกผมสีทองปลอมตัวมานั่งในหมู่ผู้ฟัง โดยการป่วนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการแสดงปาฐกถา

พ่อแม่ของเดอเมียนแยกทางกันตั้งแต่เขายังเด็ก เขาเรียนหนังสือที่บ้านตั้งแต่เจ็ดขวบ โดยพ่อซึ่งเป็นศิลปินเป่าแก้วเป็นผู้สอน "ตอนแรกพ่อสอนผมจากคู่มือครู และผมก็อ่านคู่มือนักเรียน" เขาเล่าให้ฟัง "ผ่านไปหนึ่งปี ผมก็อ่านแต่คู่มือครูเพราะได้ผลกว่า"

เขายังซึมซับบทเรียนของหนึ่งวันในเวลาเพียงหนึ่งชั่วโมง ดังนั้น เขาจึงมีเวลาว่างมากมายในการอ่านหนังสือที่พ่อสรรหามาจากห้องสมุด โดยอ่านอย่างละเอียดแล้วค้นลึกลงไปในหัวข้อที่ชื่นชอบมากที่สุด

ความพยายามอีกอย่างของเดอเมียนหนุ่มคือ การก่อตั้งบริษัทร่วมกับพ่อในชื่อเอริก แอนด์ แด้ด พัซเซิล เพื่อขายสิ่งประดิษฐ์ของตนแก่ร้านของเล่นทั่วแคนาดา และแบ่งกำไรกันคนละครึ่ง ทั้งสองยังเดินทางข้ามทวีปโดยรถโดยสาร แวะที่ใดก็ตามที่ดูน่าสนใจ แล้วลงเอยด้วยการใช้ชีวิตอาศัยอยู่ในเมือง 12 แห่งภายในสี่ปี

เช่นเดียวกับเด็กผู้ชายหลายคน เดอเมียนคลั่งนินเทนโดมากเสียจนพ่อแนะให้ลองเขียนโปรแกรมเกมขึ้นเอง แต่ในวัย 12 เขารู้เรื่องคอมพิวเตอร์น้อยมากจึงค้นคว้าไปตามปกติ กระทั่งลงลึกถึงขั้นสมัครเรียนที่มหาวิทยาลัยดาลเฮาซี (ต้องมีการใช้กำลังภายในเพื่อให้เขาได้เข้าเรียน) "เป็นวิชาที่สนุกมาก ผมเรียนเท่าไหร่ก็ไม่พอ" เขาเผย

เขาเรียนแปดวิชาในเทอมแรก (ปกติลงทะเบียนเรียนเต็มที่ได้ห้าวิชา) และได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตในปี 2538 หลังจากเรียนเพียงสองปี ปีต่อมา เขาสำเร็จปริญญาโทด้านคณิตศาสตร์จากมหาวิทยาลัยวอเตอร์ลู และปริญญาเอกในอีกห้าปีต่อมา

เดอเมียนใช้เวลาสองปีสุดท้ายของการทำปริญญาเอกเดินทางไปต่างประเทศเพื่อเป็นผู้บรรยายรับเชิญ และแบ่งปันความคิดกับนักวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดเหมือนกัน ไม่นาน เอ็มไอทีก็คว้าตัวเขาไว้ เช่นเดียวกับพ่อเขาที่ได้รับตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ผู้มาเยือน (ต่อมาได้รับว่าจ้างเป็นศิลปินประจำ)

ห้องทำงานของเดอเมียนที่เอ็มไอทีดูเหมือนเป็นห้องเก็บของในคณะละครสัตว์ ในห้องเกลื่อนไปด้วยของเล่น แบบจำลอง และโอริงามิทั้งกระดาษและเหล็ก บนโต๊ะยัง

ERIK DEMAINE & MARTIN DEMAINE เอื้อเฟื้อ

ช่วงใกล้จบการเรียนระดับบัณฑิตศึกษา เดอเมียนไขปริศนาเกี่ยวกับโครงสร้างการพับที่ไม่มีใครไขได้มาก่อน

มีลูกบาศก์รูบิกลักษณะต่างๆหกแบบ

เดอเมียนชี้ไปที่แบบจำลองกระดาษบนชั้นวางของข้างตัว แล้วอธิบายว่าวัตถุบางอย่างเป็นไปไม่ได้ในทางทฤษฎีและไม่ควรมีอยู่จริง ซึ่งเขาแสดงให้เห็นด้วยคณิตศาสตร์ "ผมไม่แน่ใจว่ารูปทรงที่ปรากฏจริงจะเป็นอย่างไร" เขากำลังพูดถึงวัตถุรูปร่างอานม้า "ไฮเปอร์โบลิก พาราโบลอยด์"

"เป็นไปได้ว่าแบบจำลองกระดาษนั้นอาจคลี่ออกหรือไม่ก็หดเข้าหากัน"

ความกระหายใคร่รู้นอกกรอบเช่นนี้ผสานกับความฉลาดประมาณหนึ่งทำให้การทำงานกับเดอเมียนเป็นเรื่องง่ายและสนุก ในประวัติส่วนตัวซึ่งมีรายชื่อผู้ร่วมวิจัยในบทความทางวิชาการของเขาเกือบ 300 คนสะท้อนถึงนิสัยชอบทำงานร่วมกับคนอื่น "เขาชอบระดมความคิดกับคนอื่น ไม่ชอบคิดอยู่คนเดียวในห้องทำงาน" ศาสตราจารย์โจเซฟ โอ'รุก แห่งวิทยาลัยสมิทซึ่งตีพิมพ์บทความวิชาการร่วมกับเดอเมียนมากมาย รวมทั้งหนังสือชื่อน่าฟังว่า *กระบวนการพับเชิงเรขาคณิต*

"สิ่งสำคัญที่สุดคือการมีคนเก่งอยู่ใกล้ๆให้พูดคุย" เดอเมียนกล่าว "สำหรับผมแล้วการคิดอยู่คนเดียวเป็นเรื่องยากจริงๆ บางครั้ง ผมก็คิดตามลำพังได้ แต่แล้วผมต้องคุยกับกระดาษ ผมต้องพูดคุยกับอะไรสักอย่าง"

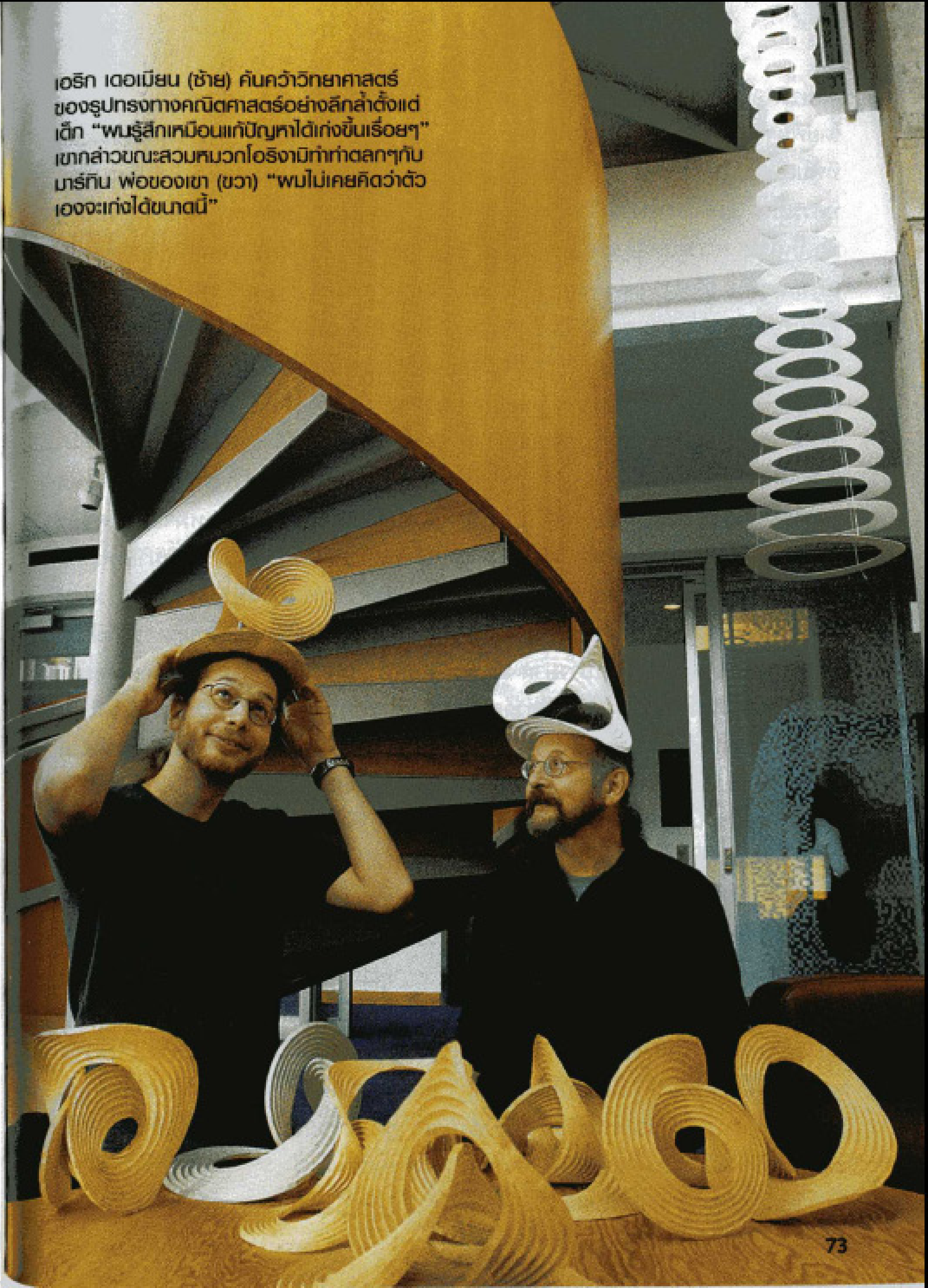
ช่วงปลายการศึกษาระดับบัณฑิตวิทยาลัย เดอเมียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สำคัญและยังไม่มีใครแก้ได้มานานแล้ว โดยเป็นปัญหาเกี่ยวกับโอริงามิสองข้อ

ปัญหาแรก เขาตอบคำถามอายุหลายร้อยปีที่เรียกว่าปัญหา "การตัดเพียงครั้งเดียว" เดอเมียนอธิบายสาระสำคัญของปัญหานี้ว่า "ให้นำกระดาษมาแผ่นหนึ่ง พับแล้วตัดตรงๆครั้งเดียว คราวนี้คลี่ออก จะตัดออกมาได้ทุกรูปทรงหรือไม่"

เดอเมียนซึ่งทำงานร่วมกับพ่อและศาสตราจารย์แอนนา ลูบิวแห่งมหาวิทยาลัยวอเตอร์ลู แสดงให้เห็นด้วยวิธีคณิตศาสตร์ว่า เป็นไปได้ที่จะตัดกระดาษออกมาได้ทุกรูปทรงโดยเฉพาะรูปหลายเหลี่ยมเป็นรูปคน สถานที่ หรือสิ่งของ รูปทรงที่ซับซ้อนอาจต้องพับมากครั้งกว่าและใช้กระดาษชิ้นใหญ่กว่า แต่ไม่มีรูปทรงใดที่ตัดออกมาไม่ได้

ปัญหาต่อมาที่เดอเมียนแก้สำเร็จได้แก่ปริศนา "ไม้บรรทัดของช่างไม้" ลองนึกถึงไม้บรรทัดที่มีขีดไม่ต่อเนื่องกัน แล้วนำมาต่อกันด้วยบานพับ ไม้บรรทัดนี้สามารถพับเป็นรูปหลายเหลี่ยมรูปใดก็ได้ คำถามคือรูปหลายเหลี่ยมทุกรูปที่สร้างขึ้นด้วยวิธีนี้จะคลี่ออกโดยไม่ให้ขีดทับกันได้หรือไม่ จากความรู้คณิตศาสตร์ที่มีมา คำตอบคือไม่ แต่เดอเมียนซึ่งทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์อีกสองคน แสดงให้เห็นว่ารูปหลายเหลี่ยมทุกรูปสามารถคลี่ออกโดยไม่ขีดทับกันได้

ปัจจุบัน เดอเมียนกำลังศึกษาวิธีการพับโปรตีนในระดับจุลภาค ซึ่งเป็นการนำปัญหา



เอริก เดอเมียน (ซ้าย) ค้นคว้าวิทยาศาสตร์ของรูปทรงทางคณิตศาสตร์อย่างลึกล้ำตั้งแต่เด็ก "ผมรู้สึกเหมือนแก้ปัญหาได้เก่งขึ้นเรื่อยๆ" เขากล่าวขณะสวมหมวกโอริงามิทำท่าตลกๆกับมาร์ทิน พ่อของเขา (ขวา) "ผมไม่เคยคิดว่าตัวเองจะเก่งได้ขนาดนี้"

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ไม้บรรทัดของช่างไม้มาประยุกต์ใช้งานจริง

โดยพื้นฐานแล้ว โปรตีนเป็นสายกรดอะมิโนที่พับเป็นรูปร่างซับซ้อน หากพับผิดไปจากที่ควรเป็น โปรตีนจะทำงานผิดปกติ ผลลัพธ์มักเป็นโรค การเข้าใจและคาดการณ์ได้ว่าโปรตีนจะพับอย่างไรและด้วยเหตุผลใด และรู้วิธีปรับเปลี่ยนกระบวนการนี้ เป็นรากฐานของ "ชีวสารสนเทศทางการแพทย์" ซึ่งเป็นงานวิจัยใหม่ที่บริษัทยาสนใจเป็นพิเศษ

แต่การวิจัยดังกล่าวไม่แปลกอะไรเพราะเป็นเรื่องที่เดอเมียนคุ้นเคย "ระยะหลังนี้เราค้นหาการพับโปรตีนในมิติที่สูงขึ้นเช่นในสี่มิติ ซึ่งดูเหมือนจะสามารถหาวิธีแก้ปัญหาการพับได้มากกว่า" เดอแมนกล่าว

"แนวคิดคือว่า" เขาอธิบาย "บางทีในโลกความจริงอาจมีมิติที่สี่ซึ่งบางมาก เรียกว่ามิติของตำแหน่ง ซึ่งนักฟิสิกส์เชื่อว่าอาจมีอยู่จริง บางทีการลอกเลียนวัตถุในมิติที่สี่แล้วทำเหมือนบีบมิติที่สี่นั้นออกมา อาจช่วยให้เข้าใจว่าโปรตีนพับตัวอย่างไรในสามมิติ"

เมื่อถามรายละเอียดต่อไป เดอเมียนยอมรับว่า "ถึงตรงนี้พูดไปก็ยากจะเข้าใจ"

การศึกษาอีกอย่างเมื่อไม่นานมานี้คือ "สสารป้อนคำสั่งได้" ในห้องปฏิบัติการหุ่นยนต์ของเอ็มไอที เดอเมียนชี้ให้ดูถึง "ทรายฉลาด" เขาสามารถป้อนคำสั่งเพื่อสร้างรูปทรงสามมิติ แล้วทรายที่ไม่ได้เป็นส่วนของรูปทรงที่ต้องการนั้นก็หลุดร่วงไป เหมือนช่างแกะสลักใช้สิ่วสลักหินอ่อน "เป้าหมายคือการสร้างวัตถุที่สามารถแปลงเป็นรูปทรงใดก็ได้ที่คุณต้องการ" เขากล่าว

ความรู้ที่ได้อาจนำมาประยุกต์ใช้ในโลกความจริง เช่น แผงสุริยะพับได้ ซึ่งเปลี่ยนรูปทรงตามต้องการ สะพานที่สามารถปรับโครงสร้างใหม่เพื่อรับน้ำหนักแรงกดที่สูงขึ้น ตลอดจนโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งแปลงเป็นคอมพิวเตอร์ได้ แม้แต่กองทัพบกสหรัฐฯ ก็สนใจเทคโนโลยีนี้ เดอเมียนกล่าวว่า การใช้สสารป้อนคำสั่งได้จะช่วยลดน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ทหารต้องแบกได้อย่างมาก

สำหรับบางคน การมุ่งทำสิ่งที่เลียนแบบพระเจ้าอาจเป็นเป้าหมายสูงสุดของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ("เป้าหมายใหญ่คือการสังเคราะห์ชีวิตขึ้นมา หรือสร้างสารผสมแรกสุดของชีวิต" เดอเมียนกล่าว) แต่ในตอนนี้ เดอเมียนมีสิ่งให้หลงใหลอีกอย่าง นั่นคือการเปลี่ยนผนังห้องนั่งเล่นให้เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดยักษ์ หรือถ้าจะพูดให้ถูกก็คือคอมพิวเตอร์จิ๋วนับล้านล้านเครื่อง

"จะมีตารางช่องว่างขนาดยักษ์สำหรับคอมพิวเตอร์จิ๋วมากมาย แต่ละเครื่องมีไว้ทำงานง่ายๆและเก็บข้อมูลเล็กๆน้อยๆ" เขากล่าว "คุณทาสีผนังด้วยคอมพิวเตอร์พวกนี้

"คุณใส่จอแอลซีดีในช่องเล็กๆบนตารางได้ทุกช่อง เท่านั้นผนังก็กลายเป็นจอภาพ" เขาพูดต่ออย่างตื่นเต้น "และอาจเป็นตัวรับสัญญาณได้ด้วย คุณจะไปยังผนังใดก็ได้แล้วพูดว่า 'ขอแป้นพิมพ์หน่อย' จากนั้นก็เริ่มพิมพ์บนผนัง

"อย่างนี้แจ๋วไหมล่ะ" ■