

1 บทนำ

ภาพยนตร์ต่างประเทศหลายเรื่อง อาทิเช่น Terminator 2, Bicentennial man, หรือ Robocop อาจทำให้บางคนเผลอคิดไปว่าหุ่นยนต์ในปัจจุบันมีความสามารถสูง ทำอะไรหลายอย่างได้ดีกว่ามนุษย์ หรือที่มากกว่านั้นบางคนอาจจินตนาการไปไกล กลัวว่าสักวันหนึ่งโลกอาจถูกยึดครองโดยจักรวรรดิหุ่นยนต์ ความคิดทั้งหลายทำนองนี้คงยังไม่เป็นจริงอย่างแน่นอนในอนาคตอันใกล้ แต่ที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือการที่เทคโนโลยีหุ่นยนต์และศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกำลังเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของเราทุกคนมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งแบบที่เรารู้ตัวและแบบที่อาจคาดคิดไม่ถึง ในบทแรกนี้จึงขอสร้างความเข้าใจว่าหุ่นยนต์แท้ที่จริงแล้วคืออะไร มีประวัติความเป็นมาอย่างไร และเข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตของเราอย่างไรบ้าง ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้มีความเข้าใจที่ตรงกันก่อนที่จะศึกษาเทคโนโลยีหุ่นยนต์ในบทต่อไป

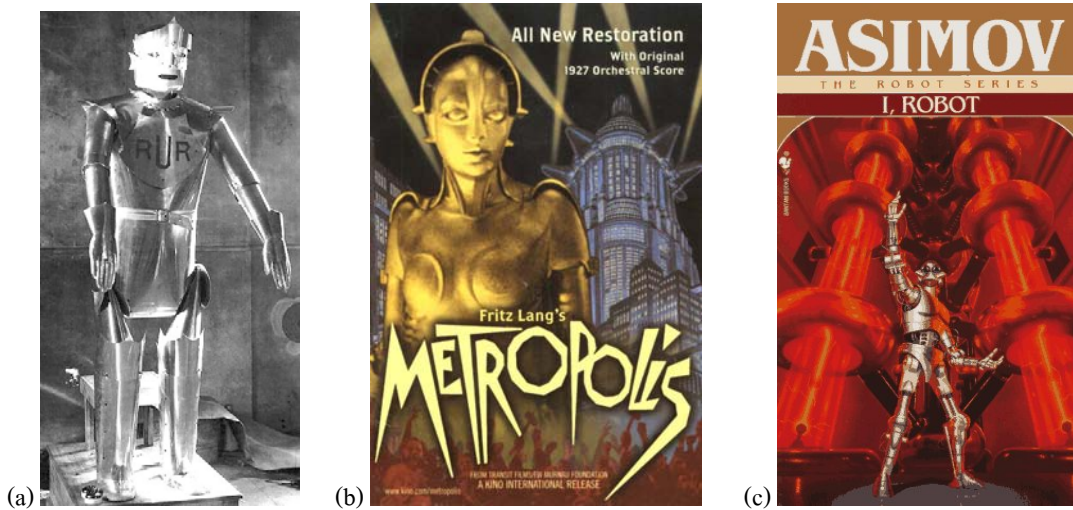


รูปที่ 1.1 หุ่นยนต์ที่คุ้นเคย

1.1 หุ่นยนต์

ในความเข้าใจของหลายคนหุ่นยนต์คือเครื่องจักรกลที่ถูกสร้างขึ้นให้มีรูปร่างลักษณะคล้ายมนุษย์ มีความสามารถในการเคลื่อนที่ด้วยการเดินสองเท้า สามารถสื่อสารโต้ตอบโดยใช้ภาษาคน (ซึ่งมักจะเป็นน้ำเสียงแบบไร้อารมณ์) และสามารถปฏิบัติตามคำสั่งโดยไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย ความคิดในลักษณะนี้ถูกปลูกฝังมาตั้งแต่สมัยที่มีการเริ่มใช้คำว่า “robot” เป็นครั้งแรก ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของจินตนาการที่มีอิทธิพลต่อสื่อบันเทิงต่างๆ (รูปที่ 1.1) อันเป็นปัจจัยหลักให้เราวาดภาพในความคิดได้เหมือนกันว่าหุ่นยนต์เป็นอย่างไร

คำว่า robot มีรากศัพท์มาจากคำว่า robota ในภาษา Czech หมายความว่าผู้ใช้แรงงานหรือคนรับใช้ คำนี้ได้ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในละครเวทีเรื่อง R.U.R. (Rossum's Universal Robot) ที่ประพันธ์โดยคาร์ล ซาเปก (Karel Capek) นักเขียนที่มีชื่อเสียงในยุโรปขณะนั้น ละครเรื่องนี้เริ่มเล่นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1921 ที่เมืองปราก (Prague) สาธารณรัฐเชค (Czech Republic) และได้รับความนิยมสูงเป็นที่กล่าวขวัญถึงเป็นอย่างมาก ทำให้ต่อมาได้เปิดการแสดงขึ้นอีกหลายแห่งในทวีปยุโรป และในสหรัฐอเมริกา เนื้อหาของละครกล่าวถึงจุดจบของมนุษยชาติอันเกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และการแทนที่เผ่าพันธุ์มนุษย์ด้วยอารยธรรมหุ่นยนต์ เหตุหนึ่งที่ทำให้ละครเรื่องนี้เป็นที่นิยมก็คือในช่วงเวลานั้นอุตสาหกรรมมีความเจริญรุดหน้า เริ่มมีการนำเอาเครื่องจักรหลายชนิดมาใช้ในการผลิตอย่างจริงจัง ผู้คนจึงตระหนักถึงความสำคัญของเครื่องจักร และสนใจในผลกระทบต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการที่เครื่องจักรกลเข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้นเรื่อยๆ อีกจุดหนึ่งที่น่าสนใจคือหุ่นยนต์ในละครเรื่องนี้ไม่ได้อยู่ในรูปเครื่องจักรกล แต่อยู่ในรูปของสิ่งประติษฐที่ที่เกิดจากกระบวนการทางเคมี ที่เป็นเช่นนี้ก็กล่าวกันว่าเป็นเพราะผู้แต่งไม่เชื่อว่าความเฉลียวฉลาดจะสามารถเกิดขึ้นได้จากองค์ประกอบพื้นฐานที่แตกต่างอย่างมากจากมนุษย์ แต่น่าจะเป็นไปได้มากกว่าที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการทางชีวเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย นอกจากนี้ละครเวทีหุ่นยนต์ปรากฏในภาพยนตร์ตั้งแต่ยุคแรกๆ ที่กล่าวขวัญถึงกันอย่างมาก คือภาพยนตร์จากเยอรมันนี้เกี่ยวกับหุ่นยนต์เรื่อง Metropolis ที่สร้างในปี ค.ศ. 1926 โดย Fritz Lang เนื้อหาของเรื่องเกิดในเมืองในอนาคตปี ค.ศ. 2026 เกี่ยวกับความขัดแย้งระหว่างชนชั้น แต่ที่เด่นที่สุดจากภาพยนตร์เรื่องนี้เห็นจะเป็นหุ่นยนต์หญิงในภาพยนตร์เรื่องนี้ที่เป็นต้นแบบของหุ่นยนต์อีกหลายตัวที่หลายคนรู้สึกคุ้นตา (รูปที่ 1.2(b)) หุ่นยนต์ปรากฏในภาพยนตร์อีกหลายเรื่องเช่น The day the earth stood still, Lost in space, Terminator, Robocop, Short circuit, Star trek แต่หุ่นยนต์ที่โด่งดังที่สุดจากภาพยนตร์ต้องยกให้ C3PO ใน Star Wars ปี ค.ศ. 1977



รูปที่ 1.2 ชุดหุ่นยนต์ใน R.U.R. หุ่นยนต์ Hel ใน Metropolis และปกหนังสือนิยาย I, ROBOT

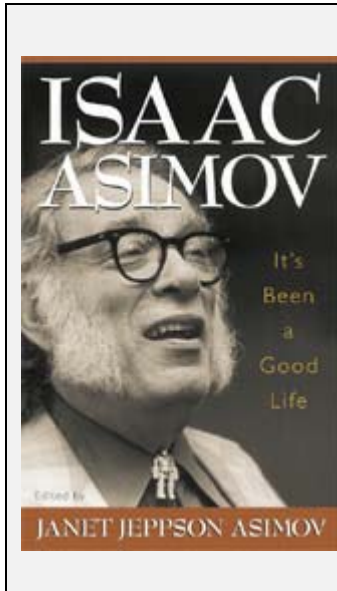
ส่วนคำว่า robotics ที่หมายถึงศาสตร์ที่ว่าด้วยการใช้งานหุ่นยนต์ถูกใช้ครั้งแรกโดยไอแซค อาสิมอฟ (Isaac Asimov) นักเขียนชาวอเมริกันเชื้อสายรัสเซียที่สร้างชื่อเสียงจากงานเขียนนิยายเชิงวิทยาศาสตร์ คำว่า robotics ถูกใช้ครั้งแรกในเรื่องสั้น Runaround ที่แต่งขึ้นในปี ค.ศ. 1942 ซึ่งภายหลังได้รับการรวมเล่มอยู่คู่กับเรื่องสั้นแนวเดียวกันใน I Robot หนังสือเล่มนี้จัดพิมพ์ในปี ค.ศ. 1950 และได้รับการตอบรับจากผู้อ่านเป็นอย่างดี ตัวอย่างงานเขียนที่โด่งดังอื่นของเขาได้แก่ The Foundation Trilogy (ค.ศ. 1951) และ The Gods Themselves (ค.ศ. 1972) ซึ่งชนะรางวัล Hugo และ Nebula อันถือได้ว่าเป็นรางวัลสุดยอดแก่นักเขียนนิยายเชิงวิทยาศาสตร์ และที่จะไม่กล่าวถึงไม่ได้ก็คือ เรื่องสั้น Nightfall ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นนิยายวิทยาศาสตร์ที่ยอดเยี่ยมที่สุดเรื่องหนึ่ง นิยายเรื่องนี้เกี่ยวกับดาวเคราะห์ดวงหนึ่งที่มีพระอาทิตย์หกดวง ทำให้โดยปกติจะไม่มีเวลากลางคืน แต่ว่าในทุกๆ หนึ่งพันปีจะมีสุริยุปราคาหนึ่งครั้ง ซึ่งเป็นต้นเหตุของความกลัวในสิ่งที่ไม่คุ้นเคยและเป็นต้นเหตุของความวุ่นวายต่างๆ อาสิมอฟมีงานเขียนมากมายที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างหุ่นยนต์กับมนุษย์ ก่อนงานเขียนของเขา นิยายเกี่ยวกับหุ่นยนต์ส่วนใหญ่จะเป็นในแนวโศกนาฏกรรม ที่สุดท้ายแล้วหุ่นยนต์ก็มาทำลายผู้ที่สร้างมันขึ้นมา ถึงแม้ว่าอาสิมอฟไม่ใช่คนแรกที่เขียนเกี่ยวกับการอยู่ร่วมกับหุ่นยนต์ในแง่บวก แต่งานเขียนของเขานับได้ว่าเป็นงานเขียนเกี่ยวกับหุ่นยนต์ที่มีอิทธิพลและได้รับการยอมรับกันมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กฎของหุ่นยนต์ (Laws of Robotics) ของเขาซึ่งถูกอ้างอิงถึงอย่างกว้างขวางในนิยายของนักเขียนคนอื่นๆ กฎของหุ่นยนต์ที่วันนี้ปรากฏครั้งแรกสามข้อ (ข้อ 1 ถึง 3) ในเรื่องสั้น Runaround โดยที่ต่อมา อาสิมอฟได้เพิ่มกฎข้อที่ 0 ในปี ค.ศ. 1985 กฎทั้งสี่ข้อนี้เขียนไว้ว่า

- Law Zero: A robot may not injure humanity, or, through inaction, allow humanity to come to harm
- Law One: A robot may not injure a human being, or, through inaction, allow a human being to come to harm, unless this would violate a higher order law.

- Law Two: A robot must obey orders given to it by human beings, except where such orders would conflict with a higher order law.
- Law Three: A robot must protect its own existence as long as such protection does not conflict with a higher order law.

กฎของหุ่นยนต์นี้ได้ถูกทดสอบในสถานการณ์สมมติต่างๆ ในนิยายวิทยาศาสตร์หลายเรื่องของอาสิมอฟและนักเขียนอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานการณ์ที่มีความขัดแย้งในการตัดสินใจเลือกใช้กฎ ซึ่งต่างก็แสดงให้เห็นว่ากฎนี้สามารถรองรับกรณีต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย กฎของอาสิมอฟเหล่านี้คงยังไม่ถูกนำไปใช้ในการสร้างหุ่นยนต์จริงๆ ในอนาคตอันใกล้ เพราะว่าเทคโนโลยีหุ่นยนต์ในปัจจุบันยังคงห่างไกลที่จะทำให้หุ่นยนต์สามารถเข้าใจกฎเหล่านี้ได้ (ซึ่งหากหุ่นยนต์ยังไม่มีความสามารถแม้แต่ที่จะเข้าใจกฎเหล่านี้ เราคงยังไม่ต้องกังวลมากนักที่มนุษยชาติจะถูกทำลายด้วยการรุกรานของกองทัพหุ่นยนต์) แต่อย่างไรก็ตามกฎของอาสิมอฟนี้ นับเป็นผลงานที่แสดงถึงวิสัยทัศน์ที่ยาวไกลในการที่เราได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมการใช้งานเทคโนโลยีเพื่อผลประโยชน์สูงสุดของมนุษยชาติ นอกจากนี้เทคโนโลยีหุ่นยนต์ตามนิยายของอาสิมอฟ ปัจจุบันก็มีเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น พันธุวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ที่มีความเป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์ในลักษณะเช่นเดียวกัน (หลายคนคงเคยได้ยินเรื่องความเป็นไปได้ในการโคลน (clone) มนุษย์และผลกระทบที่อาจตามมา) จึงเป็นการแสดงความรับผิดชอบที่ผู้สร้างเทคโนโลยีต้องเตรียมการป้องกันผลกระทบในทางลบ นอกจากนี้วงการนิยายวิทยาศาสตร์ กฎของหุ่นยนต์นี้ก็ยิ่งได้รับความนิยมจากกลุ่มของนักเทคโนโลยีที่มีความพยายามหากฎเกณฑ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวางกรอบการใช้งานเทคโนโลยีอื่นๆ การวิเคราะห์กฎของหุ่นยนต์ที่น่าสนใจได้แก่ [roger iee computer] ในบทความนี้ผู้เขียนได้ให้ความสำคัญกับการตีความของกฎ และได้เสนอ กฎอีกสองข้อเพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับกฎของหุ่นยนต์คือ

- The Meta-Law: A robot may not act unless its actions are subject to the Laws of Robotics
- The Procreation Law: A robot may not take any part in the design, manufacture, or maintenance of a robot unless the new or modified robot's actions are subject to the Laws of Robotics

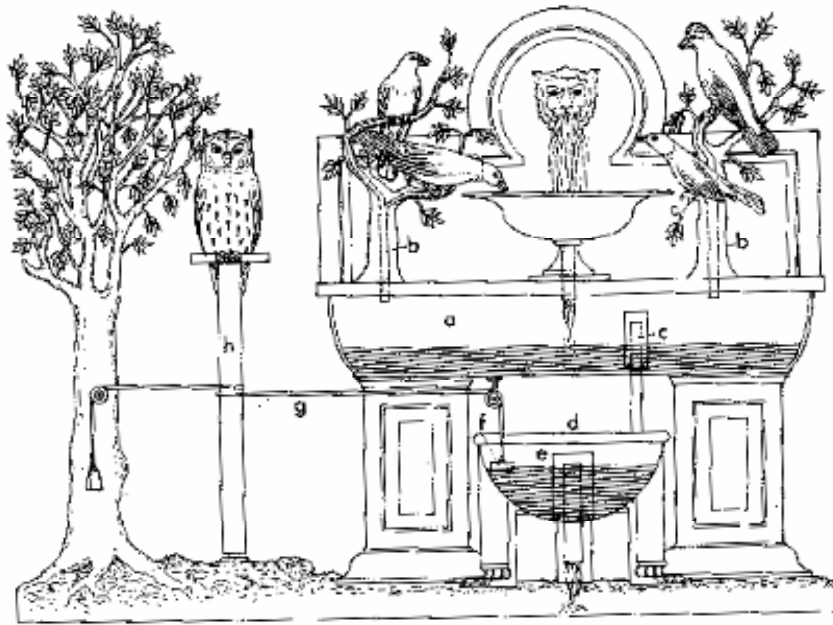


ไอแซค อาสิมอฟ, 1920-1992 เกิดในรัสเซียและอพยพตามครอบครัวไปอยู่ในเมือง Brooklyn ประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่เมื่ออายุได้ 3 ขวบ เขาจบการศึกษาระดับปริญญาตรี โท และเอก ทางด้านเคมีจากมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย ต่อมาได้เป็นอาจารย์ที่โรงเรียนแพทย์ในมหาวิทยาลัยบอสตัน และทำงานวิจัยเกี่ยวกับ nucleic acid อยู่หลายปี แรงบันดาลใจในการเขียนของเขาเกิดจากการอ่านนิยายวิทยาศาสตร์มาตั้งแต่เด็ก เขาเริ่มเขียนเรื่องสั้นเรื่องแรกในปี ค.ศ. 1938 และหลังจากนั้นเขาก็ทุ่มเทให้กับการเขียนนิยายมากขึ้นเรื่อยๆ พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของเขาทำให้งานเขียนของเขามีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับกันว่างานเขียนของเขามีอิทธิพลเป็นอย่างมากให้สาธารณชนหันมาสนใจวิทยาศาสตร์กันมากขึ้น

1.2 ประวัติหุ่นยนต์

อันที่จริง ความต้องการที่จะมีสิ่งประดิษฐ์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์มาเป็นทาสรับใช้นั้น มีมาก่อนที่จะเกิดคำว่า หุ่นยนต์ด้วยซ้ำ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า คำว่า Robot นั้นเพิ่งจะมาใช้กัน ตามกระแสความนิยมของละครเรื่อง R.U.R. ซึ่งที่จริงก็มีคำว่า Automaton ที่ใช้อยู่ก่อนแล้วสำหรับความหมายในลักษณะเดียวกันนี้ ลักษณะหลักสองอย่างของการเป็นหุ่นยนต์ในแนวความคิดของคนในอดีตคือ (1) การมีรูปร่างลักษณะเหมือนมนุษย์ (humanoids) และ (2) การที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเอง (automatons) ความใฝ่ฝันที่จะเลียนแบบและแข่งขันกับธรรมชาติมีคู่อยู่กับมนุษยชาติ ดังจะเห็นได้จากความพยายามในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เลียนแบบสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างง่ายๆ ที่เห็นอยู่ทั่วไปคือรูปปั้นและภาพวาดต่างๆ เป็นที่รู้กันว่าความสามารถในการปั้นรูปมนุษย์อย่างสมจริงนั้น มีมาตั้งแต่สมัยกรีกโบราณ ซึ่งนอกจากรูปปั้นธรรมดาแล้ว ยังมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบแรงดันลม (pneumatics) ในการทำให้รูปปั้นเคลื่อนไหวได้ ตามหลักฐานที่ยังมีหลงเหลืออยู่ เทคโนโลยีระบบแรงดันลม และระบบแรงดันจากน้ำ (hydraulic) ได้รับการพัฒนาในสมัยกรีกโดยนักปรัชญา Ctesibius (270 BC) และวิศวกร Hero (85 AD) โดยเป็นงานที่มีรากฐานจากงานของ Archimedes ตัวอย่างงานของ Hero แสดงในรูปที่ 1.3 เป็นชุดรูปปั้นที่มีส่วนเคลื่อนไหวด้วยพลังน้ำที่ไหลออกจากปากสิงโต โดยมีหลักการทำงานคือ น้ำจากปากสิงโตไหลลงในอ่างรองจะถูกระบายสู่อ่าง a ที่มีฝาปิด เมื่อน้ำในอ่าง a สูงขึ้นจะดันอากาศออกมาทางท่อ b ซึ่งจะพุ่งออกทางปากของนกที่มันกหวีดติดอยู่ ทำให้เกิดเป็นเสียงนกร้อง ในอ่าง a มีท่อระบายน้ำ c ซึ่งถูกครอบไว้ด้วยทรงกระบอกปลายบนปิด โดยจะสูงกว่าท่อ c เล็กน้อย และที่ฐานของทรงกระบอกนี้จะมีรูเปิดให้น้ำจากในอ่างไหลเข้ามาได้ เมื่อน้ำในอ่างสูงกว่าระดับบนของท่อ c ก็จะทำให้เกิดกาลักน้ำ (siphon) ที่ระบายน้ำออกจากอ่าง a จนหมด น้ำที่ออกจากอ่าง a จะไหลสู่อ่างปิด d ซึ่งในอ่างนี้ก็มีท่อ

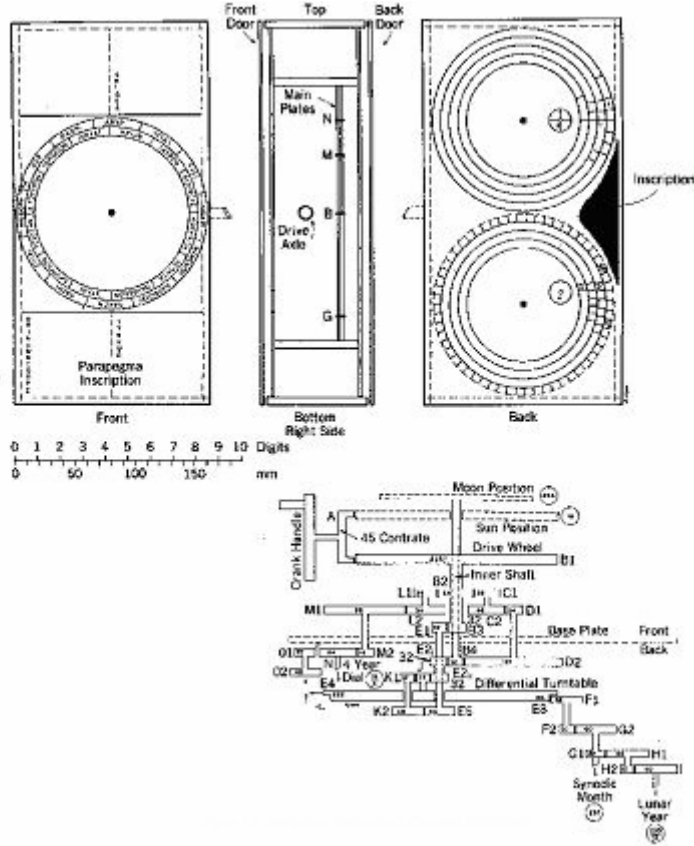
ระบายและทรงกระบอกครอบที่ทำให้เกิดกาลักน้ำเช่นกัน โดยระดับน้ำที่เปลี่ยนไปจะไปหมุนเสา h ที่มีรูปปั้นนกฮูกอยู่ นั่นก็คือน้ำที่ไหลออกมาเรื่อยๆ จากปากสิงโตจะเป็นตัวทำให้เกิดเสียงกริ่งและเกิดการหมุนของนกฮูกที่หัวเสา อย่างเป็นจังหวะ ซ้ำไปซ้ำมาเรื่อยๆ จะเห็นได้ว่าสิ่งประดิษฐ์ของ Hero มีคุณสมบัติร่วมกับหุ่นยนต์ในสมัยปัจจุบันอยู่บ้าง เช่น การนำพลังงานมาทำให้เกิดเคลื่อนที่ซ้ำเดิมในแบบที่ต้องการ การใช้เซนเซอร์ (sensor) เพื่อตรวจสอบระดับน้ำสำหรับควบคุมจังหวะการเคลื่อนที่ แต่อย่างไรก็ตาม สิ่งประดิษฐ์เหล่านี้ก็จำกัดอยู่เพื่อความบันเทิง ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์จริงจังอื่นๆ และเชื่อว่าไม่ได้มีความก้าวหน้านักในสมัยกรีกโบราณ ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะประการแรก แรงงานจากทาสที่มีอย่างเหลือเฟือ จนไม่มีความจำเป็นที่ต้องสร้างเทคโนโลยีมาช่วยหรือทดแทน และประการที่สอง คือการที่เทคโนโลยีพื้นฐานยังไม่มีความสามารถพอเพียงในการพัฒนาหุ่นยนต์ หลักๆ ได้แก่การขาดเทคโนโลยีจกกลที่มีความแม่นยำ และเทคโนโลยีเกี่ยวกับการสะสมพลังงาน



รูปที่ 1.3 รูปปั้น โดย Hero ที่ใช้พลังงานในการทำให้กริ่งและหมุนนกเค้าแมว

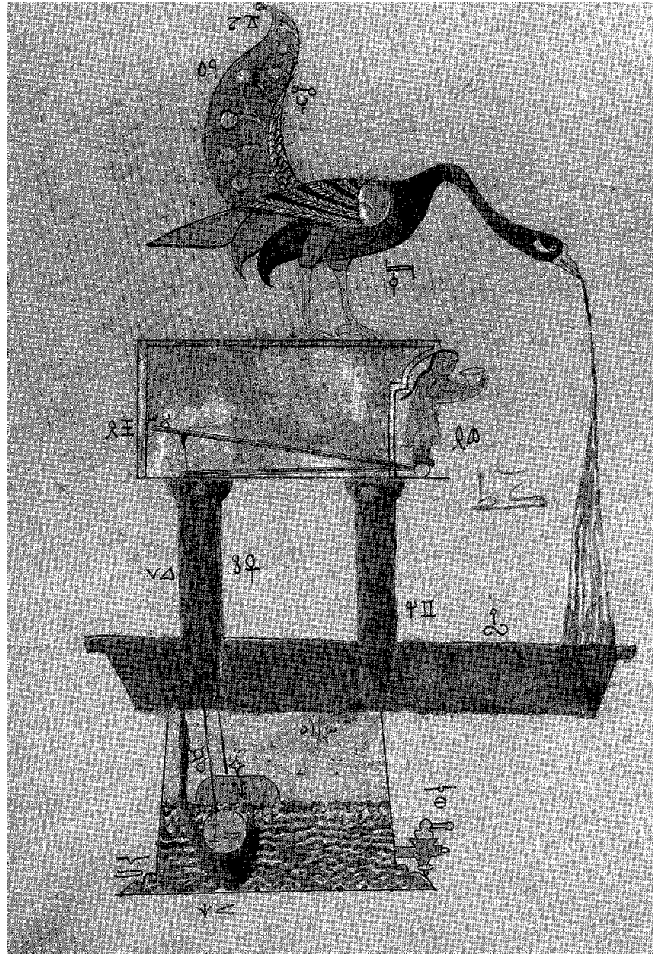
นักประวัติศาสตร์บางคนเชื่อว่า กรีกโบราณยังมีเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ากว่านี้อีกมาก แต่เป็นที่น่าเสียดายที่สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ไม่ได้เป็นที่แพร่หลาย หลักฐานที่เป็นเป็นเอกสารส่วนใหญ่ก็สูญหายไปพร้อมกับการล่มสลายของจักรวรรดิโรมัน ตัวอย่างของเทคโนโลยีขั้นสูงของกรีกโบราณที่มีการค้นพบในภายหลังได้แก่ Antikythera Mechanism (รูปที่ 1.4) ซึ่งคาดว่าถูกสร้างขึ้นราวปี 135-85 BC อุปกรณ์ชิ้นนี้ประกอบด้วยฟันเฟืองที่เรียงตัวกันอย่างมีระบบ เพื่อใช้คำนวณตำแหน่งของดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ และดวงดาวอื่นๆ โดยผู้ใช้จะต้องใช้มือหมุนเพื่อใส่ข้อมูลวันที่ สิ่งประดิษฐ์ที่มีอายุราวสองพันปีนี้ น่าจะเป็นตัวอย่างคอมพิวเตอร์จักรกลรุ่นแรกๆ ซึ่งก็ทำให้อดคิดไม่ได้ว่า จริงๆ แล้ว

กรีกโบราณมีการนำคอมพิวเตอร์แบบจັกกกลนี้ไปประกอบกับสิ่งประดิษฐ์อื่นๆ ที่เคลื่อนไหวด้วยตัวเองได้เช่น สิ่งประดิษฐ์ของ Hero ที่กล่าวถึงไปแล้วหรือเปล่า



รูปที่ 1.4 Antikythera Mechanism

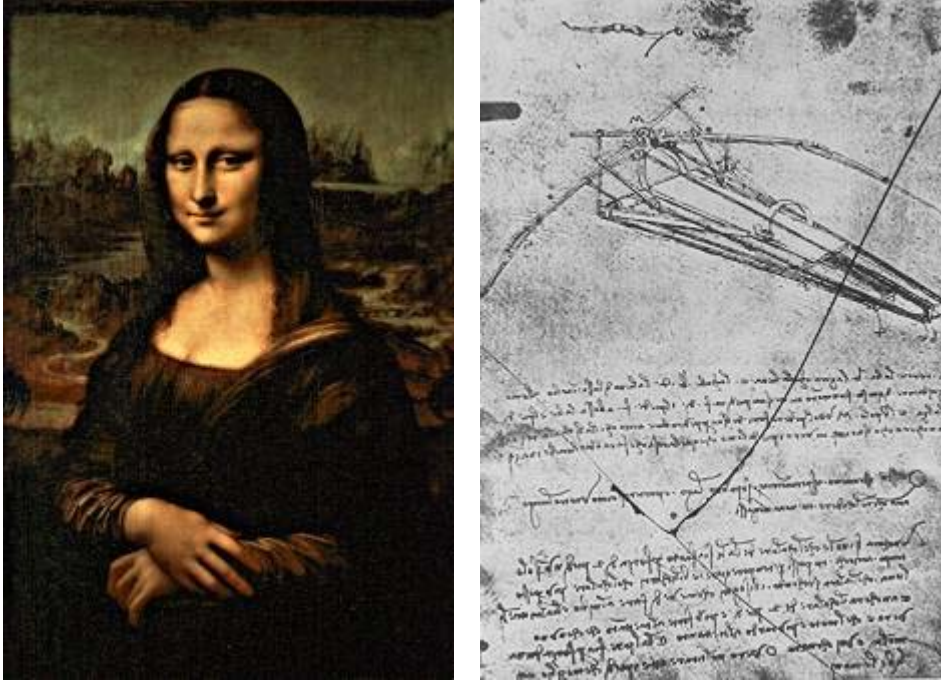
ส่วนหนึ่งของความรู้จากสมัยกรีกโบราณ เหลือรอดมาถึงปัจจุบัน ด้วยการเก็บรวบรวมของชาวอาหรับ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ได้แก่ หนังสือ Kitab al-Hiyal (The Book of Ingenious Devices) ที่เป็นหนังสือรวบรวมความรู้จากหนังสือกรีกต่างๆ ในสมัยกลางที่อารยธรรมตะวันตกเสื่อมโทรม (ค.ศ. 786-833) หนังสือเล่มนี้รวบรวมสิ่งประดิษฐ์นับร้อยชิ้นที่สร้างขึ้นในสมัยกรีกโบราณ ชาวอาหรับใช้พื้นฐานเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ในการต่อยอด ที่แตกต่างจากในสมัยกรีกคือการเริ่มนำเทคโนโลยีมาใช้ในการอำนวยความสะดวก นอกเหนือไปจากเพื่อความสวยงามและความบันเทิงแบบสมัยกรีก ตัวอย่างที่น่าสนใจได้แก่อ่างล้างมือรูปนกยูงในรูปที่ 1.5 การทำงานของมันคล้ายกับชักโครกคือเมื่อกดที่หางนกยูงก็จะน้ำไหลออกจากปากนก และเมื่อน้ำในอ่างสูงได้ระดับก็จะมีรูปปั้นคนรับใช้พร้อมถ้วยใส่สบู่นไหลออกมาจากประตูเล็กๆ ใต้ฐานนกยูง โดยที่ได้อ่างมีก็อกเปิดระบายน้ำออกจากอ่าง



รูปที่ 1.5 อ่างล้างมือรูปนกขง

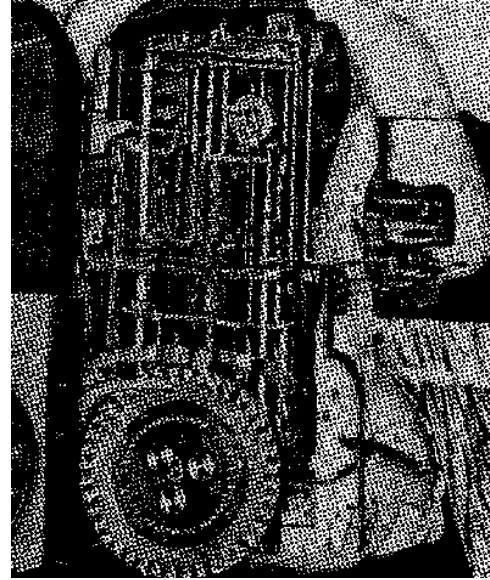
ต่อมาในสมัยฟื้นฟูของอารยธรรมตะวันตก ที่จะไม่กล่าวถึงไม่ได้คือ Leonardo Da Vinci (ค.ศ. 1452-1519) หลายคนรู้จักเขาในฐานะจิตรกรที่วาดรูป Mona Lisa ที่มีชื่อเสียงจากอิมปริศนา นอกจากฝีมือในการวาดภาพแล้ว เขายังมีความสามารถอื่นๆ เช่นการปั้น การก่อสร้าง การประดิษฐ์ ถึงแม้เขาจะไม่มีผลงานที่เสร็จสมบูรณ์ให้คนรุ่นหลังได้เห็นมากนัก สมุดบันทึกของเขาก็เป็นหลักฐานอย่างดีที่แสดงให้เห็นถึงอัจฉริยภาพของเขาในหลายด้าน ตัวอย่างที่น่าสนใจเกี่ยวกับหุ่นยนต์ได้แก่ งานออกแบบเครื่องบิน Ornithopter ที่ใช้หลักการกระพือปีกของนก (รูปที่ 1.6) งานชิ้นนี้แสดงให้เห็นถึงความรู้ทางกายวิภาคและทางวิศวกรรมที่ผสมผสานกันเป็นอย่างดี ในสมุดบันทึกของเขายังมีการบรรยายถึงกายวิภาคของมนุษย์ที่ชัดเจน และมีการออกแบบระบบข้อต่อเพื่อจำลองการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อของมนุษย์ งานเกี่ยวกับหุ่นยนต์ที่เขามีส่วนร่วมและมีเป็นชิ้นอันให้เห็น ได้เห็น ได้แก่ รูปปั้นที่ตีระฆังได้ (ประมาณ ค.ศ. 1497) บนหอคอย Piazza San Marco ที่ Venice และ Strasburg Cock บนหอนาฬิกาที่สามารถกระพือปีกและผงหัวได้ทุกชั่วโมง งานอีกชิ้นที่น่าสนใจมากแต่ไม่มีหลักฐานแม้ในสมุดบันทึกของ Leonardo คืองานหุ่นยนต์สิงโตที่เขาทำถวายให้กษัตริย์ Francis I แห่งฝรั่งเศสได้ทอดพระเนตร ตามที่มีการบันทึกไว้ตามคำกล่าวของลูกศิษย์

คนหนึ่งของเขาว่า หุ่นสิงโตตัวนี้สามารถเดินได้ด้วยตัวเองโดยมีล้อหมุน และเมื่อมันหยุดเดินช่องลับที่หน้าอกของมันก็จะเปิดออกและมีดอกไม้ชนิดต่างๆ โปรยออกมา



รูปที่ 1.6 Ornithopter

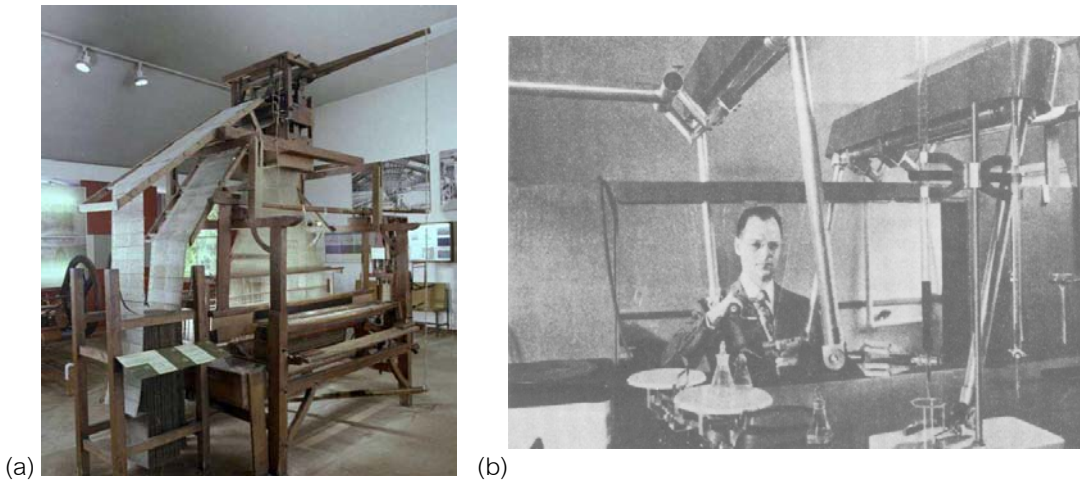
หุ่นยนต์ที่น่าทึ่งมากที่สุดก่อนยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมเห็นจะเป็นหุ่นที่ประดิษฐ์โดย Pierre Jaquet-Droz (ค.ศ. 1721-1790) ผู้เป็นช่างทำนาฬิกาใน Switzerland หุ่นที่มีชื่อเสียงที่สุดของเขาคือ The Scribe (รูปที่ 1.7) เป็นหุ่นตัวเล็กเท่าเด็กสามขวบนั่งบนม้านั่ง หุ่นตัวนี้สามารถเขียนหนังสือได้ โดยขณะที่เขียน ตาของหุ่นก็จะคล้อยตามตัวหนังสือที่กำลังเขียน จะเขียนเป็นตัวอะไรบ้างก็สามารถโปรแกรมได้โดยใช้แคม โดยหุ่นตัวนี้ออกแบบเริ่มต้นให้เขียนได้สี่สิบตัวอักษร ในภาษาอะไรก็ได้แล้วแต่ที่จะตั้งไว้ หุ่นแบบนี้ยังมีเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์หลายแห่ง เช่นที่ปักกิ่ง ซึ่งเป็นหุ่นที่เป็นของขวัญแก่จักรพรรดิฉิน โดยหุ่นตัวนี้สามารถเขียนภาษาจีนได้ด้วย



รูปที่ 1.7 The Scribe

เมื่อพูดถึงหุ่นยนต์ หลายคนอาจจะนึกถึงระบบเครื่องจักรกลที่ทำงานได้แบบอัตโนมัติ ระบบเครื่องจักรกลอัตโนมัติมีความเป็นมาควบคู่กับการปฏิบัติทางอุตสาหกรรมด้วยความต้องการที่จะพัฒนาระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ต้นทุนน้อยลง และลดภาระจากแรงงานคน ตัวอย่างระบบอัตโนมัติในยุคแรกๆ ได้แก่ กี่ทอผ้าอัตโนมัติแบบ Jacquard (รูปที่ 1.8) ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมทอผ้าไหมในฝรั่งเศสและอิตาลี ราวตอนต้นของคริสต์ศตวรรษที่ 19 Joseph-Marie Jacquard ประดิษฐ์กี่ทอผ้าขึ้นในปี ค.ศ. 1801 โดยผู้ใช้สามารถตั้งโปรแกรมกี่ยี่ทอหลายผ้าได้หลายแบบโดยใช้แถบกระดาษเจาะรู (punch card) เป็นตัวกำหนดลายผ้า แต่การออกแบบรูบนกระดาษ เพื่อให้ได้ลายผ้าที่ต้องการมีขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อน ต้องใช้ผู้ที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี กี่ทอผ้าแบบอัตโนมัตินี้ถูกคัดค้านเป็นอย่างมากจากผู้ที่มีอาชีพทอผ้าด้วยมือ ถึงขั้นมีการเผาทำลายกี่ยี่ แต่ถึงกระนั้น กี่อัตโนมัตินี้ก็ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยประมาณกันว่ามีกี่ทอผ้าแบบ Jacquard 11,000 ตัวในประเทศฝรั่งเศสเมื่อ ค.ศ. 1812 นอกจากนี้การใช้แถบกระดาษเจาะรูในการกำหนดลายผ้าของกี่ยี่อัตโนมัติยังเป็นต้นแบบของการเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ยุคแรกๆ ก่อนที่จะมีการใช้แถบแม่เหล็ก ในยุคปฏิบัติอุตสาหกรรม เครื่องจักรกลอัตโนมัติแบบต่างๆ ก็ถูกประดิษฐ์เข้ามาใช้ช่วยงาน ตัวอย่างที่น่าสนใจๆ ได้แก่ บั๊นจันแบบหมุนได้และมีตัวคียบสำหรับหยิบเข้าหลอมเหล็กออกจากเตาที่ประดิษฐ์โดย Seward Babbit แขนกลที่ช่วยในการพ่นสีที่ประดิษฐ์โดย William Pollard และ Harold Roselund แขนกลแบบ teleoperator (สามารถบังคับแขนได้จากที่อื่น) สำหรับเคลื่อนย้ายสารกัมมันตรังสีในโรงงาน

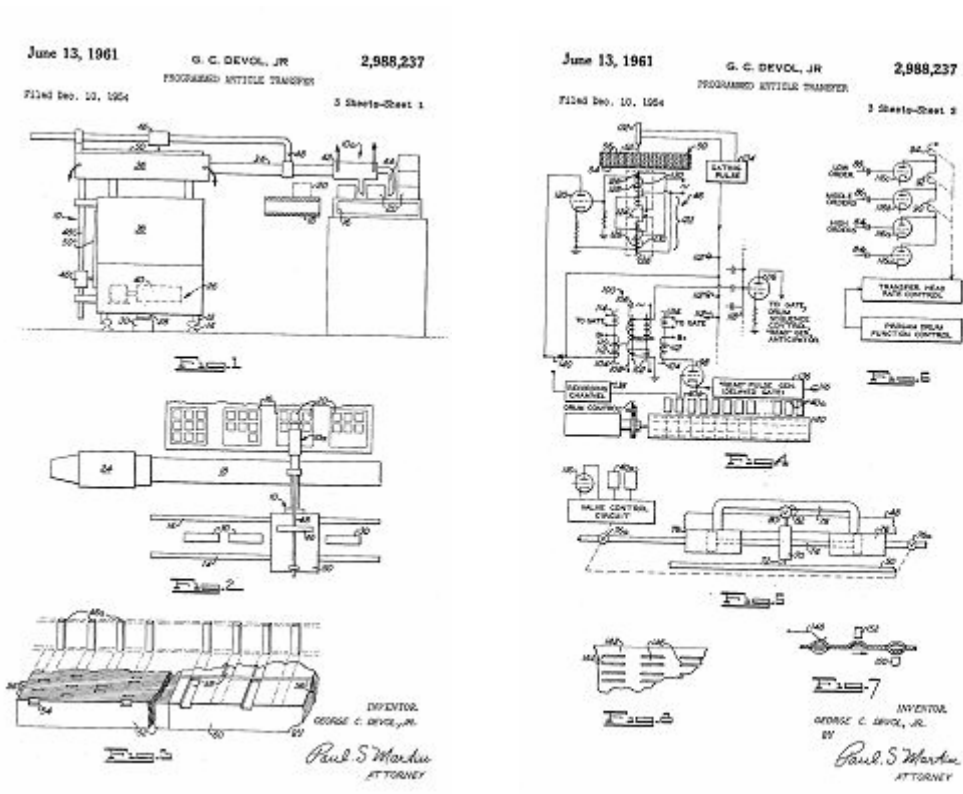
ไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ (รูปที่ 1.8) ที่ประดิษฐ์โดย R.C. Goertz และผู้ร่วมงานที่ Argonne National Laboratory ประเทศสหรัฐอเมริกา (R. C. Goertz, "Fundamentals of General-Purpose Remote Manipulators," *Nucleonics*, 10,11, Nov. 1952, pp. 36-45.) ความเป็นอัตโนมัติของสิ่งประดิษฐ์ที่กล่าวมานี้เกิดจากการประสานงานระหว่างอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและระบบกลไก ยังไม่ได้มีการนำระบบคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เข้าไปใช้ในการควบคุมแต่อย่างใด

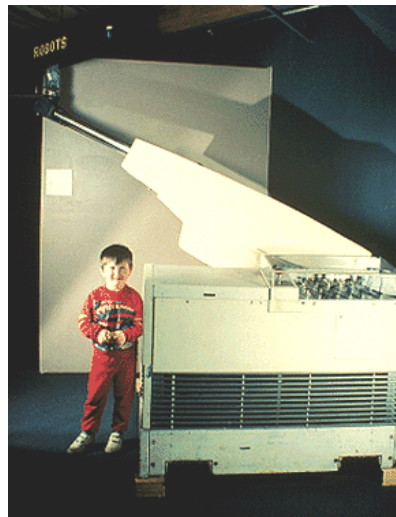
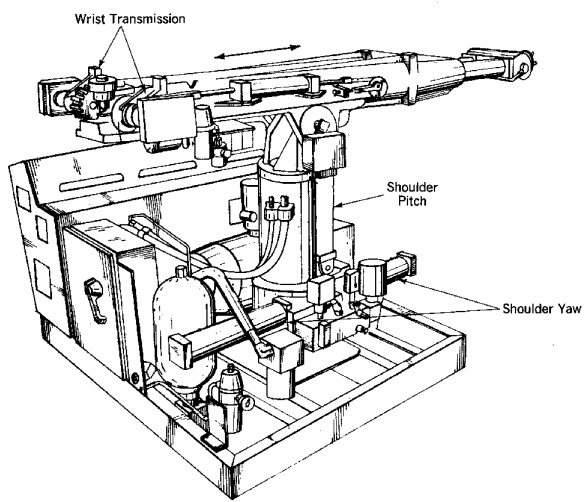
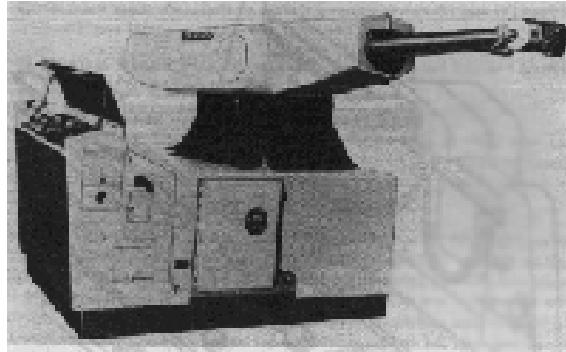
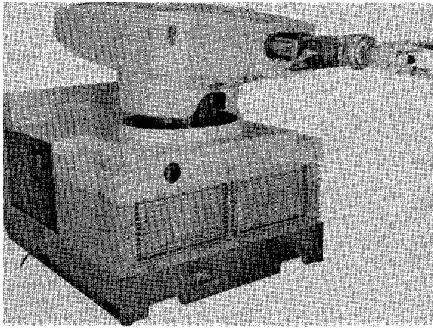


รูปที่ 1.8 เครื่องทอผ้าแบบ Jacquard และ tele-operator โดย Goertz

ยุคของหุ่นยนต์สมัยใหม่เริ่มขึ้นเมื่อมีการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ ในปี ค.ศ. 1954 (8 ปีหลังจากคอมพิวเตอร์เครื่องแรก ENIAC ถูกสร้างขึ้น) วิศวกรชาวอเมริกัน George Devol ได้ออกแบบและสร้างแขนกลที่มีระบบความจำคอมพิวเตอร์ทำให้สามารถสั่งให้แขนเคลื่อนที่เข้าไปเข้ามาโดยให้ปลายแขนเคลื่อนจากจุดหนึ่งไปจุดอื่นตามที่ตั้งโปรแกรมเอาไว้ด้วยความแม่นยำ สิทธิบัตรของสหรัฐอเมริกาหมายเลข 2988237 (ดูเอกสารได้ที่ <http://www.uspto.gov/>) ที่ออกให้สิ่งประดิษฐ์ชิ้นนี้ในปี ค.ศ. 1961 เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นสิทธิบัตรหุ่นยนต์ฉบับแรก ชื่อของสิ่งประดิษฐ์นี้ในสิทธิบัตรคือ programmable article transfer โดย Devol เขาเขียนอ้างไว้ว่า "The present invention makes available for the first time a more or less general purpose machine that has universal application to a vast diversity of applications where cyclic control is desired." ต่อมาในปี ค.ศ. 1958 George Devol และ Joseph F. Engelberger วิศวกรด้านอวกาศจากมหาวิทยาลัย Columbia ได้ร่วมกันก่อตั้งบริษัท Unimation (มาจาก universal automation) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตและจำหน่ายหุ่นยนต์ช่วยงานอุตสาหกรรม หุ่นยนต์ตัวแรกที่ผลิตก็คือหุ่นที่ Devol ออกแบบและได้รับสิทธิบัตร หุ่นตัวนี้ชื่อว่า Unimate (รูปที่ 1.9) มีน้ำหนักประมาณ 2000 กิโลกรัม ได้ขายให้กับบริษัท General Motor สำหรับใช้ในงานประกอบรถยนต์ เป็นที่น่าสนใจว่าอันที่จริงหุ่นยนต์ของ Devol ไม่ได้มีรูปลักษณะคล้ายมนุษย์ตามความหมายเดิมของคำว่า robot ที่เป็นที่เข้าใจกันในขณะนั้น การนำคำว่าหุ่นยนต์เข้ามาใช้กล่าวกันว่าเป็นส่วนหนึ่งของแผนการตลาดเพื่อที่จะดึงดูดความสนใจ แต่ต่อมามีภายหลังได้กลายเป็นอีกความหมายหนึ่งของคำว่าหุ่นยนต์ที่ยอมรับกันทั่วไป Engelberger ชาย

Unimation ให้กับบริษัท Westinghouse ในปี ค.ศ. 1983 ในราคา 107 ล้านดอลลาร์ ซึ่งต่อมาภายหลังได้ก็ถูกขายต่อให้บริษัทหนึ่งในฝรั่งเศส





United States Patent Office

2,988,237
Patented June 13, 1961

1

2,988,237
PROGRAMMED ARTICLE TRANSFER
George C. Devol, Jr., Brookside Drive, Greenwich, Conn.
Filed Dec. 10, 1954, Ser. No. 474,574
28 Claims. (Cl. 214-11)

The present invention relates to the automatic operation of machinery, particularly to automatically operable materials handling apparatus, and to automatic control apparatus suitable for such machinery. The invention will also be seen to have certain related method aspects. In view of the main objective, the following disclosure is addressed particularly to the handling of materials. However, certain of the novel features disclosed will be recognized as having more general application.

A broad object of the present invention resides in the provision of article transfer apparatus having versatile program control means.

From the earliest years in the mechanical handling of articles there have been two types of machine control: cam control and manual control. Article handling by manually controlled hydraulic or electric or otherwise powered machines is found for example in cranes for the transport of heavy objects from a first location in a factory to other locations. Instances of cam control are common, as in the transfer of articles from one unit in a system of conveyors to another conveyor unit.

Manually controlled article handling equipment, as well as article transfer by the unaided workman, have the highly desirable property of being most flexible, being instantly adaptable to each new set of operating requirements; but such manually controlled equipment or actual manual handling entails the high cost of operating manpower. It is exceedingly wasteful of precious manpower, avoidable under the invention where the operation is of a type that is any way repetitious.

Cam control of repetitious operations is quite common in specialized applications; but each application involves such high cost and it involves such specialization that only large-volume specific tasks are mechanized through cam control.

The present invention makes available for the first time a more or less general purpose machine that has universal application to a vast diversity of applications where cyclic control is to be desired; and in this aspect, the invention accomplishes many important results. It eliminates the high cost of specially designed cam controlled machines; it makes an automatically operating machine available where previously it may not have been economical to make such a machine with cam-controlled, specially designed parts; it makes possible the volume manufacture of universal automatic machines that are readily adaptable to a wide range of diversified applications; it makes possible the quick change-over of a machine adapted to any particular assignment so that it will perform new assignments, as required from time to time. It can be seen that cyclically operated machines heretofore controlled manually can now be made automatic; and universal transfer machines can be supplied and adapted readily for special applications of the purchaser, and the purchaser, in turn, can stock such machines which he can adapt quickly and easily to new requirements from time to time.

In applying the invention, program techniques known in certain other arts are applied for the first time to article transfer machines and adapted to meet special requirements of such machines. Programming techniques have long been known, as in weaving and knitting machines, as an example, and in automatic machine tools. In spite of this, the routine job of transporting one article after another from a supply point to a delivery point has

2

not heretofore been met with flexible programming. The art of article transfer machines has been identified persistently over the years with motions produced by operating cams or, more recently, by limit switches that can accomplish certain few operations, yet nothing short of manual control or direct hand transfer has been devised to serve where real versatility is required.

Universal automation, or "Unimation," is a term that may well characterize the general object of the invention. It makes article transfer machines available to the factory and warehouse for aiding the human operator in a way that can be compared with business machines as an aid to the office.

In applying one feature of this invention, for making a universal, automatic article transfer machine, the article transfer head (whether it takes the form of jaws, a suction gripper or other comparable article-handling tool) is moved by a mechanical power source through a sequence of strokes whose lengths and directions are determined by a program controller. Where several different motions are involved, as lifting and swinging and twisting, each independent motion is ordinarily controlled by its own track of an organized program control. Usually seizing and releasing operations of the transfer head require no more than a simple on-off control. But whether controlled for proportional closing or for close-and-open operation, this, too, is coordinated with the transfer-operation controls in the program controller.

An especially desirable form of program controller combined with the transfer mechanism to be controlled represents a further feature of the invention. According to this concept, the transfer mechanism operates the transfer head (or a sub-carrier of a mechanism that directly carries the transfer head) and at the same time it displaces a position detector or position representing device; and the position detector is compared through a feedback loop with the program controller, until the position detector of the transfer head is displaced into coincidence or matching. Various forms of position detectors, program controllers and comparison detectors may be used in accomplishing the more general objects of article transferring. Positive and precise orientation may be achieved in accordance with a further aspect of this invention, by adopting a code representation for each significant, discrete position of the transfer head. In this system, coded recordings on the program controller are compared with coded elements in the position detector. Coded elements become effective in sequence when the transfer head is moved, and the head may stop or continue moving at an angle to the previous path when coincidence of the codes is detected in the program controller and the position representing means. As a specific feature of the invention, this position representing means advantageously comprises a sensing element cooperating with a stack or row of unique long and thin combinational code elements, wherein each element extends across the row, and each combinational code element is sensed by as many sensing elements as there are bits in the combinational code. The combinational code elements are sensed in succession as the transfer head travels.

The code could be entirely arbitrary; but there is special advantage where each combinational code represents the numerical value of its rank in the sequence. Thus, a different member may be assigned to each $\frac{1}{16}$ inch displacement of the transfer head; and the first $\frac{1}{16}$ position may be represented by the code for "1"; the second $\frac{1}{16}$ may be represented by the code for "2"; and as many many coded elements will be used as there are $\frac{1}{16}$ inches in the range of motion of the transfer head. This $\frac{1}{16}$ inch dimension is naturally only an example of a significant

June 13, 1961

G. C. DEVOL, JR.

2,988,237

PROGRAMMED ARTICLE TRANSFER

3 Sheets-Sheet 3

Filed Dec. 10, 1954

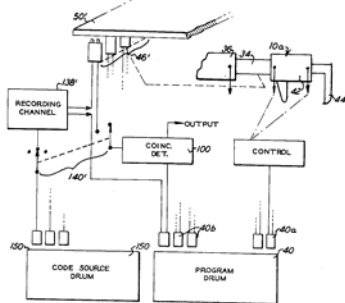
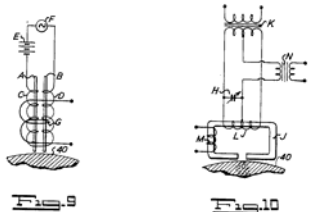


Fig. 11

INVENTOR.
GEORGE C. DEVOL, JR.
BY *Paul S. Marku*
ATTORNEY

รูปที่ 1.9 หุ่นยนต์ Unimate



รูปที่ 1.10 Isaac Asimov และ Joseph F. Engelberger

ถึงแม้ว่าเราจะรู้สึกคุ้นเคยกับคำว่าหุ่นยนต์แต่ก็ไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะให้คำจำกัดความของคำนี้

1.3 หุ่นยนต์ในปัจจุบัน

หลังจาก Unimate ก็มีการพัฒนาหุ่นยนต์ขึ้นมามากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่งตามห้องวิจัยในมหาวิทยาลัยต่างๆ

1.4 ความหมายของหุ่นยนต์

ถึงตรงนี้เราก็ยังไม่ได้อธิบายให้ชัดเจนว่าหุ่นยนต์คืออะไร จริงๆ แล้วมีผู้พยายามให้คำนิยามหุ่นยนต์มากมาย ต่างคนก็ต่างความคิด และเป็นไปตามมุมมองที่แตกต่างกัน จะสร้างนิยามที่ชัดเจนและทุกคนเห็นด้วยจึงเป็นไปได้ยาก สำหรับศาสตร์ที่กำลังขยายตัวอย่างศาสตร์หุ่นยนต์ ในลักษณะเดียวกันที่เห็นได้ชัดเช่นเรื่องคอมพิวเตอร์ ลองคิดว่า จะนิยามว่าซอฟต์แวร์คืออะไรก็ไม่ใช่เรื่องง่ายเลย อย่างไรก็ตามขอยกคำจำกัดความของหุ่นยนต์ที่พบได้ในหนังสือเรียนทางหุ่นยนต์หลายเล่ม นั่นคือคำนิยามจาก Robot Institute of America ที่ว่า “A robot is a reprogrammable multi-functional manipulator designed to move materials, parts, tools, or specialized devices, through variable programmed motions for the performance of a variety of tasks.” หรือโดยสรุปก็คือแขนกลที่สามารถโปรแกรมให้ทำงานได้หลายๆ อย่าง อีกนิยามจาก oxford dictionary ปี 1990 เขียนไว้ว่า robot คือ “automation with human appearance or functioning like human; automatic mechanical device; machine-like person.” จะเห็นได้ว่าคำอธิบายทั้งสองจากแหล่งที่เชื่อถือได้มีความแตกต่างกันมาก ไม่มีใครถูกหรือผิดแต่เป็นการมองจากต่างมุม ในความคิดส่วนตัวของผม หุ่นยนต์ไม่ใช่เป็นเพียงเทคโนโลยี แต่เป็นปรากฏการณ์และเป็นอนาคต ผมยังจำได้ดีเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เครื่องแรกของผม มันใช้ CPU NECV20 ซึ่งก็เป็นตัวเลียนแบบ Intel 8088 ทำงานที่ความเร็ว 8MHz ซึ่งนับได้ว่าเร็วพอสมควรในเวลานั้น ขนาด RAM 256 Kbyte ราคาสองหมื่นบาท สิบกว่าปีผ่านไป เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผมกำลังใช้งานอยู่มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลายร้อยเท่าในราคาที่ใกล้เคียงกัน เทคโนโลยีที่ตรงใจ

ตรงกับความต้องการนำไปสู่การพัฒนาทางประสิทธิภาพแบบยกกำลัง คอมพิวเตอร์เร็วขึ้นเกือบสองเท่าในแต่ละปี มีหลายคนพยากรณ์ไว้ว่าภายในปี 2030 คอมพิวเตอร์จะฉลาดกว่ามนุษย์ เมื่อถึงวันนั้นเราคงต้องกวาดบ้าน ภูบ้าน ล้างจาน ไปจ่ายตลาดเอง (ทั้งๆ ที่อยากปฏิเสธ) หรือเปล่า หุ่นยนต์เป็นคำตอบหนึ่งที่น่าสนใจ เทคโนโลยีหุ่นยนต์ อาจอยู่บนเส้นทางการพัฒนาอย่างรวดเร็วเหมือนเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ด้วยความสามารถในการตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่จะมีคนรับใช้ที่ซื่อสัตย์ เครื่องจักรกลในปัจจุบันมีความสามารถเหนือสิ่งมีชีวิตหลายอย่างในหลายๆ ด้าน เราได้เห็นเครื่องบินที่บินได้เร็วกว่านกที่เร็วที่สุดหลายเท่า เราได้เห็นรถยนต์ที่เร็วกว่าเสือชีต้า เมื่อเครื่องจักรกลที่มีประสิทธิภาพรวมตัวเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับคอมพิวเตอร์ที่ฉลาดกว่ามนุษย์ ผลผลิตที่ได้ อาจไม่อยู่ในสภาพคนรับใช้ที่ซื่อสัตย์ตลอดไป เราอาจต้องพิจารณาว่ามนุษยชาติจะดำรงอยู่ต่อไปอย่างไร หรือว่านี่ก็คือส่วนหนึ่งของวิวัฒนาการที่เราหลีกเลี่ยงไม่ได้ อาจจะต้องถึงเวลาแล้วที่เราจะต้องเริ่มทบทวนกฎหมายหุ่นยนต์ของอาณานิคมอย่างจริงจังควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีนี้

ซึ่งจะมีความสามารถดังกล่าวนี้ต้องมีองค์ประกอบหลักคือ

- ส่วนควบคุมการเคลื่อนไหว
- ส่วนรับรู้สิ่งแวดล้อม
- ส่วนประมวลผลตัดสินใจ

พูดถึง lawn mower robot... vacuum cleaner from

ฝอยต่อไม่ออกแล้ว ฝืด...