

# 10 Technologies to Watch 2024

## 10 เทคโนโลยีที่น่าจับตามอง ปี 2024

1. กล้ามเนื้อเทียม (Artificial Muscle)
2. จุลชีพในลำไส้เพื่อดูแลสุขภาพ (Human Gut Microbes for Healthcare)
3. แพลตดิจิทัลในการดูแลสุขภาพ (Digital Twin in Healthcare)
4. การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเอไอเสริม (AI-Augmented Software Development)
5. เทคโนโลยีอุปกรณ์สวมใส่ติดเอไอ (AI Wearable Technology)
6. เทคโนโลยีคุ้มครองความเป็นส่วนตัวของข้อมูล (Privacy-Enhancing Technologies : PETs)
7. หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย (Security Robot)
8. เทคโนโลยีรีไซเคิลแบตเตอรี่แบบโดยตรง (Direct Battery Recycling Technology)
9. ไฮโดรเจนเพื่อการขับเคลื่อน (H<sub>2</sub> for Mobility)
10. ยุคถัดไปของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยระบบน้ำหมุนเวียน



01

**กล้ามเนื้อเทียม**  
(Artificial Muscle)

# 1. กล้ามเนื้อเทียม (Artificial Muscle)

- ▶ สังคมไทยคล้ายกับอีกหลายสังคมทั่วโลกที่เข้าสู่การเป็น “สังคมสูงอายุ” อย่างเต็มตัว การส่งเสริมให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพดีเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นมาก ปัญหามวลกล้ามเนื้อที่ลดลง ลูกนั่งลำบาก ทรงตัวไม่ดี พลัดตกหกล้มง่าย เมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บ อาจทำให้กลายเป็นผู้ป่วยติดเตียงหรือถึงกับเสียชีวิตได้
- ▶ การส่งเสริมสุขภาพด้วยอุปกรณ์เสริม เช่น อุปกรณ์จากเทคโนโลยีกล้ามเนื้อเทียมจึงมีประโยชน์มาก ใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยการแพทย์หรืออุปกรณ์เสริมการเคลื่อนไหวจำพวก **exoskeleton** ช่วยให้เดินขึ้นลงบันไดได้ดีขึ้น หรือทำให้คนงานส่งของยกน้ำหนักของได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้สร้างหุ่นยนต์จำพวก **soft robot** ที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่จำเพาะ ใช้ในการกิจกัญญาได้ เป็นต้น
- ▶ กล้ามเนื้อเทียมหรือกล้ามเนื้อจำลอง (**artificial muscle**) คือ วัสดุหรืออุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเลียนแบบการทำงานของกล้ามเนื้อจริงตามธรรมชาติ มีลักษณะสำคัญคือ ยืด หด ขยายหรือหมุนได้ เมื่อได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า (**stimuli**) ไม่ว่าจะเป็นกระแสไฟฟ้า ความดัน หรืออุณหภูมิ ฯลฯ อาจแบ่งกล้ามเนื้อเทียมได้เป็นหลายประเภทตามกลไกการทำงานและวัสดุ อาทิ ชนิดที่ใช้พอลิเมอร์และไอออนหรือไฟฟ้า
- ▶ ปัจจุบันกล้ามเนื้อเทียมส่วนใหญ่เป็นแบบทำงานด้วยแรงลม (**pneumatic artificial muscle**) ซึ่งพัฒนามาอย่างยาวนานและค่อนข้างปลอดภัย มีมูลค่าการตลาดราว 2,200 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และจะเติบโตเป็น 5,360 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ในปี 2031 โดยมีจีน สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่นเป็นผู้นำและมีการนำไปใช้ประโยชน์เป็น **soft robot** เป็นจำนวนมาก โดยมีแนวโน้มจะนำวัสดุชนิดใหม่ ๆ มาใช้มากขึ้น เช่น **carbon nanotube, graphene-liquid crystal composite fiber, shape memory alloys, liquid crystal elastomers** ที่สามารถซ่อมแซมตัวเองได้ ริไซเคิลได้ หรือนำกลับมาขึ้นรูปใหม่ได้ และใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ (**3D Printing**) ในการขึ้นรูปได้อีกด้วย
- ▶ ปัจจุบันมีความต้องการกล้ามเนื้อเทียมไปใช้ในอุตสาหกรรมการแพทย์ เช่น การใช้เป็นอุปกรณ์สวมใส่เพื่อช่วยในการฟื้นฟูหรือเสริมแรงสำหรับผู้พิการ การผ่าตัดแบบ **microsurgery** นอกจากนี้ยังมีความต้องการนำกล้ามเนื้อเทียมไปประยุกต์ใช้ในหุ่นยนต์สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง และระบบควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม (**industrial automation**) เพื่อให้หุ่นยนต์มีน้ำหนักเบา ทำงานกับมนุษย์ได้อย่างปลอดภัย และปรับเปลี่ยนการใช้งานได้หลากหลาย



02

## จุลชีพในลำไส้เพื่อดูแลสุขภาพ

(Human Gut Microbes for Healthcare)

## 2. จุลชีพในลำไส้เพื่อดูแลสุขภาพ (Human Gut Microbes for Healthcare)

- ▶ ร่างกายส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มากมาย โดยเฉพาะในลำไส้ ซึ่งถ้าขาดสมดุลของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ก็จะทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ทั้งโรคทางเดินอาหาร โรคภูมิแพ้ โรคทางเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน หรือแม้แต่โรคมะเร็ง อีกด้วย ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์มากมายในท้องตลาดที่มีจุลินทรีย์ดีเหล่านี้ ทั้งผลิตภัณฑ์แบบพรีไบโอติก (prebiotic) โพรไบโอติก (probiotic) และซินไบโอติก (synbiotic) โดยผลิตภัณฑ์เหล่านี้ต้องผ่านกระบวนการคัดกรองจุลินทรีย์อย่างยาวนานและซับซ้อน
- ▶ ในอนาคตอันใกล้อาจมีการใช้เชื้อที่ผ่านการวิศวกรรม จนได้คุณสมบัติแปลกใหม่เพิ่มเติมหรือดีกว่าเดิม นอกจากการเป็นอาหารเสริมสุขภาพ จุลินทรีย์ใหม่นี้อาจช่วยเฝ้าระวังหรือรักษาโรคอย่างเฉพาะเจาะจงได้อีกด้วย ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ดังกล่าวอาจสร้างขึ้นได้โดยอาศัยความรู้ที่เรียกว่า ชีววิทยาสังเคราะห์ (Synthetic Biology) ซึ่งใช้หลักการทางวิศวกรรมชีวเคมีในการออกแบบและสร้างระบบชีวภาพ จนได้เป็น “วงจรมี (gene circuit)” ในเซลล์ซึ่งเปิด-ปิดการทำงานของยีนบางอย่างได้อย่างจำเพาะ โดยอาศัยการตอบสนองสัญญาณหรือตัวกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม ทำให้แจ้งเตือนการเกิดโรค หรือย่อยสลายสารพิษ หรือรักษาโรคได้อีกด้วย
- ▶ เราอาจออกแบบวงจรมีทำให้เซลล์ตรวจสอบสารแปลกปลอม เช่น miRNA, ชิ้นส่วนที่มีความจำเพาะกับเนื้องอก, biomarker ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น โปรตีน เพปไทด์ สารเมแทบอลิต์ และทำให้เซลล์ตอบสนองหรือมีฟังก์ชันในลักษณะต่าง ๆ เช่น เมื่อเซลล์เจอเนื้องอกแล้วทำให้เซลล์ตายไปพร้อมกับเนื้องอก ทำให้ยาออกฤทธิ์จำเพาะที่ หรือทำให้เกิดการปล่อยสารบางอย่างเพื่อกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน
- ▶ ตัวอย่างงานวิจัย เช่น ปี 2017 มีนักวิจัยทำให้แบคทีเรีย E. coli บ่งชี้ภาวะอักเสบในลำไส้หนูได้สำเร็จ โดยสร้างวงจรมีของ E. coli ทำให้ตรวจหาตัวบ่งชี้ภาวะอักเสบในลำไส้คือ สารเตตระไทโอเนต (tetrathionate) จากนั้นก็ทำให้สีของจาระเปลี่ยนไป ซึ่งสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า แบคทีเรียนี้อาศัยและออกฤทธิ์ในลำไส้หนูได้นาน 6 เดือน จึงใช้บ่งชี้ภาวะการอักเสบในระยะยาวได้ ที่ลำไส้ไปกว่านั้นได้มีการวิศวกรรมแบคทีเรีย E. coli ทำให้ใช้ตรวจหาตัวบ่งชี้ภาวะเลือดไหลในลำไส้หนู โดยแบคทีเรียดังกล่าวจะเปล่งแสงเมื่อมีเลือดไหลในลำไส้ ในการทดสอบมีการบรรจุ E. coli นี้ในไมโครแคปซูล (microcapsule) พร้อมกับชิป (chip) ที่สามารถใช้ตรวจวัดแสงดังกล่าว สัญญาณบ่งชี้ที่ตรวจวัดได้ทำให้เกษตรกรทราบว่าหมูตัวไหนป่วย จึงนำไปรักษาได้ทันการ
- ▶ ในอนาคตเราอาจออกแบบวงจรมีทำให้เซลล์จุลินทรีย์จำเพาะบางชนิดทำหน้าที่ตรวจสอบสารแปลกปลอมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนที่มีความจำเพาะกับเนื้องอก, biomarker ชนิดต่าง ๆ และทำให้เซลล์ตอบสนองหรือมีฟังก์ชันในลักษณะต่าง ๆ ในทำนองเดียวกับตัวอย่างที่กล่าวไปแล้ว ช่วยทำให้ยาออกฤทธิ์ได้อย่างจำเพาะที่ หรือแม้แต่ช่วยปล่อยสารบางอย่าง เพื่อกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันได้อีกด้วย



# 03

## แฝดดิจิทัลในการดูแลสุขภาพ (Digital Twin in Healthcare)

### 3. แพลติจิทัลในการดูแลสุขภาพ (Digital Twin in Healthcare)

- ▶ ไม่มีใครอยากเจ็บป่วย หากเจ็บป่วยและไปพบแพทย์ ก็ย่อมต้องมีการให้ยาหรือรักษาด้วยวิธีการอื่น ๆ แต่จะดีแค่ไหน หากเราแทบจะรู้ผลการรักษาก่อนการรักษาก็จริง สามารถปรับวิธีการรักษาให้เหมาะสมกับเราที่สุด หรือแม้แต่ประเมินความเสี่ยงการเป็นโรคต่าง ๆ ของเราได้ล่วงหน้า สิ่งที่จะเข้ามาทำให้ความฝันดังกล่าวเป็นจริงได้แก่ แพลติจิทัลในการดูแลสุขภาพ (Digital Twin in Healthcare)
- ▶ ปัจจุบันนี้ ข้อมูลส่วนบุคคลของเราแต่ละคน ถูกบันทึกเก็บไว้ด้วยอุปกรณ์อัจฉริยะสวมใส่ได้หรือพกพาได้ชนิดต่าง ๆ ที่มีเซนเซอร์ติดไว้ อาทิ สมาร์ทวอตช์หรือสมาร์ทโฟน ข้อมูลที่สัมพันธ์กับช่วงเวลา สภาพร่างกาย และตำแหน่งบนโลก กลายเป็น “ฐานข้อมูลดิจิทัล” โดยเก็บค่าที่วัดได้อย่างต่อเนื่องไว้ตามฐานข้อมูลออนไลน์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีข้อมูลประวัติการรักษาต่าง ๆ เช่น ผลการตรวจเลือดและภาพถ่ายทางการแพทย์อีกด้วย
- ▶ หากดึงข้อมูลเหล่านี้ทั้งในอดีตและปัจจุบันมาวิเคราะห์ได้ ก็จะช่วยให้การตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคได้ดีขึ้น และจำลองผลการรักษาที่มีต่อการทำงานของอวัยวะหรือร่างกายได้ระดับหนึ่ง รวมไปถึงพยากรณ์โรคได้ และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลได้ด้วย
- ▶ บริษัททวินเฮลท์ (Twin Health) จากสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนา **Digital Twin Platform** สำหรับดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยจำลองระบบการเผาผลาญพลังงานของผู้ป่วยจากข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ป่วย เช่น ข้อมูลผลตรวจทางการแพทย์ ข้อมูลจากอุปกรณ์สวมใส่ รวมทั้งข้อมูลพฤติกรรมจากแบบสอบถาม เมื่อประมวลผลด้วย **AI** ก็สามารถสร้างแผนการดูแลสุขภาพ เช่น การรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย และการนอนที่เหมาะสมได้
- ▶ บริษัทคิวไบโอ (Q Bio) สหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาเครื่อง **MRI** ที่สแกนผู้ป่วยได้ทั้งตัว โดยใช้เวลาแค่ 15 นาที เมื่อใช้ข้อมูลนี้ร่วมกับข้อมูลทางสุขภาพอื่น ๆ เช่น ข้อมูลทางพันธุกรรม ข้อมูลทางสุขภาพ ข้อมูลจากอุปกรณ์สวมใส่ และนำไปประมวลผลโดยใช้แบบจำลอง **AI** ที่สร้างจากฐานข้อมูลสุขภาพขนาดใหญ่ ก็ได้ข้อมูลสุขภาพเฉพาะบุคคลที่มีประโยชน์ สรุปผลสุขภาพและความเสี่ยงในปัจจุบัน และทำนายแนวโน้มในอนาคตได้
- ▶ ส่วนบริษัทเมชไบโอ (Mesh Bio) ประเทศสิงคโปร์ ได้พัฒนาระบบ **HealthVector® Diabetes** เพื่อทำนายความเสี่ยงในการเป็นโรคไตเรื้อรังของผู้ป่วยเบาหวาน โดยใช้แบบจำลอง **AI** ที่ประมวลผลจากข้อมูลประวัติทางการแพทย์ต่าง ๆ ของผู้ป่วย ระบบนี้ได้ผ่านการขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์ที่สิงคโปร์แล้ว ถือเป็นระบบ **Digital Twin** แรกของโลกที่ใช้งานทางคลินิกได้แล้ว บริษัทมีแผนขยายงานในภูมิภาคอาเซียนต่อไป
- ▶ สำหรับประเทศไทย แม้จะยังไม่มีตัวอย่างการใช้งานจริงของเทคโนโลยีนี้ แต่ก็มีแนวโน้มที่บริษัทชั้นนำทางด้านเทคโนโลยีการแพทย์ รวมทั้งบริษัท **health-tech start-up** ต่าง ๆ ที่จะนำเทคโนโลยีนี้เข้ามาใช้งานในประเทศไทยในอนาคต



# 04

## การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเอไอเสริม (AI-Augmented Software Development)



## 4. การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเอไอเสริม (AI-Augmented Software Development)

- ▶ ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ทั่วโลกตื่นตื่นและแม้แต่ตกใจไปกับความสามารถของ **generative AI** ในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม สร้างภาพขึ้นตามคำสั่งหรือ **prompt** ที่ใช้เพียงวลีหรือประโยคง่าย ๆ
- ▶ การพัฒนาซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ผ่านมาเป็นฝีมือของมนุษย์ทั้งสิ้น แต่ความก้าวหน้าของ **generative AI** และ **Machine Learning (ML)** เปิดโอกาสให้นักพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถนำ **AI** มาใช้ในกระบวนการออกแบบ สร้าง ทดสอบ รวมไปถึงการวางตลาดแอปพลิเคชันและซอฟต์แวร์ต่าง ๆ อย่างรวดเร็วมากขึ้นและด้วยกระบวนการที่ง่ายขึ้น
- ▶ น่าจะถือได้ว่า **AI** เป็น **software development tools** ที่สำคัญแบบหนึ่งในอนาคตอันใกล้
- ▶ ประเมินการณ์กันว่าจะมีการยกระดับผลิตภาพ (**productivity**) ของการทำซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันใหม่ ๆ ราว 35-45% ไปพร้อม ๆ กับการลดต้นทุนได้ถึง 20% โดยใช้เวลาที่สั้นลงอีกด้วย
- ▶ **AI** จะเข้ามาช่วยการสร้างและแปลโค้ดต่าง ๆ โดยเฉพาะโค้ดรูปแบบดั้งเดิมให้ใช้ได้กับภาษาสมัยใหม่ รวมไปถึงการแปลงภาษาธรรมชาติอย่างภาษาพูดของคนให้กลายเป็นโค้ดได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ อัลกอริทึม (**algorithm**) ที่ **AI** และ **ML** สร้างขึ้น จะมีส่วนเข้ามาเป็นผู้ช่วยเสนอแนะการตัดสินใจต่าง ๆ รวมถึงเพิ่มบทบาทใน “การออกแบบพัฒนาทักษะ” ทั้งในรูปแบบของการอบรมหรือการทำงาน การเสริมทักษะ การรีสกีล (**reskill**) การอัปสกีล (**upskill**) ให้เหมาะสมกับบุคลากรในองค์กรมากยิ่งขึ้น
- ▶ ทั้งนี้คาดว่าภายในปี 2028 วิศวกรซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมเมอร์ในองค์กรราว 75% จะใช้ **AI** ช่วยในการเขียนโค้ด เทียบกับปัจจุบันที่ยังทำเช่นนี้น้อยกว่า 10%
- ▶ หากเตรียมการอย่างเหมาะสมก็จะถือเป็นโอกาสสำคัญ เราจะมีวิศวกรซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมเมอร์ที่ทำงานกับ **AI** ได้อย่างดี ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีนี้ในการสร้างงานและผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น เพิ่มโอกาสทางการตลาดและความสามารถในการแข่งขันสำหรับธุรกิจในทุกขนาด ตั้งแต่พ่อค้าแม่ค้าออนไลน์รายย่อย ธุรกิจสตาร์ทอัพ (**start-up**), **SMEs** ตลอดจนธุรกิจขนาดใหญ่
- ▶ ซอฟต์แวร์ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น อาจมีส่วนช่วยลดความเหลื่อมล้ำด้านดิจิทัลของคนในประเทศลง และจะเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือที่ทำให้เกิด **digital transformation** ซึ่งจะช่วยให้ประเทศพัฒนาอย่างก้าวกระโดดได้ จนเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจดิจิทัล (**digital economy**) อย่างเต็มตัวในที่สุด
- ▶ แต่หากล่าช้าหรือไม่เตรียมการให้ดี ก็จะถูกกลืนเป็นภัยคุกคามได้ในที่สุด



# 05 เทคโนโลยีอุปกรณ์สวมใส่ติดเอไอ (AI Wearable Technology)

## 5. เทคโนโลยีอุปกรณ์สวมใส่ติดเอไอ (AI Wearable Technology)

- ▶ ปัจจุบันเริ่มมีอุปกรณ์สวมใส่บนร่างกายที่ใช้เทคโนโลยี AI เพิ่มมากขึ้น เทคโนโลยีนี้ทำให้เก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่านเซนเซอร์แบบไบโอเมตริก (biometric sensor) ซึ่งเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึมแบบ deep learning ก็ทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึก ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำต่าง ๆ ที่แม่นยำแก่ผู้ใช้งานได้
- ▶ ตลาดผลิตภัณฑ์ AI Wearable Devices ทั่วโลกในปี 2022 มีมูลค่าเกือบ 8 แสนล้านบาท และคาดว่าจะช่วงปี 2023-2030 จะขยายตัวราว 30% สำหรับประเทศไทย ปัจจุบันคนไทยใช้สมาร์ตวอตช์ราว 19% หรือเกือบ 1 ใน 5 และตลาดในประเทศเติบโตราว 23% ต่อปี ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ เช่น smart phone 5G, Internet of Things (IoT), AI ที่สอดคล้องกับการใช้งาน AI Wearable Devices ประกอบกับกระแสการใส่ใจสุขภาพและการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ
- ▶ การเชื่อมต่อและเก็บข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ปัจจุบันยังทำผ่านสมาร์ตวอตช์เป็นหลัก ในอนาคตอันใกล้จะมีผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ไม่ว่าจะเป็นแว่นตาอัจฉริยะ รองเท้าอัจฉริยะ เสื้ออัจฉริยะ แหวนอัจฉริยะ แจ็กเก็ตอัจฉริยะ และแม้แต่พวงกุญแจอัจฉริยะ ที่ช่วยเรื่องการชำระเงิน ทำธุรกรรม หรือช่วยตัดสินใจ จีฬอยคอ AI อาจช่วยจดประชุม สรุปประเด็น ร่างอีเมล จดจำนัดหมาย แจ้งเตือน เสมือนเป็นเลขาส่วนตัวอยู่ข้างกาย
- ▶ อุปกรณ์สวมใส่ AI รุ่นใหม่ ๆ จะทำงานรวดเร็วยิ่งขึ้น เพราะมีไมโครชิปที่ดีขึ้น และทำงานได้แม่นยำเที่ยงตรงมากขึ้น เพราะมีเทคโนโลยี AI ที่ดีขึ้น ขณะที่ความสามารถในการตรวจวัดต่าง ๆ ก็จะมีหลากหลายมากขึ้นและทำงานดีขึ้นด้วยเช่นกัน เสื้อผ้าจะมีเส้นใยพิเศษที่วัดปฏิกิริยาทางไฟฟ้าของกล้ามเนื้อผู้สวมใส่ แม้แต่ชุดชั้นในก็อาจพัฒนาให้มีความสามารถตรวจสอบมะเร็งเต้านมได้ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์สวมใส่ AI ที่ตรวจวัดระดับน้ำตาลได้ ซึ่งเหมาะกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน มีแหวนอัจฉริยะชื่อ **Oura ring** ที่วัดอัตราการเต้นของหัวใจและระดับออกซิเจนในเลือด
- ▶ ในประเทศไทย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้พัฒนาอุปกรณ์สำหรับผู้สูงอายุและผู้ป่วยอัลไซเมอร์ นาฬิกาอัจฉริยะ “โฟโมะ” ช่วยป้องกันเด็กหายวางขายใน 20 ประเทศ มีแอปพลิเคชันชื่อ ฟิตสตาร์ (FitStar) ให้คำแนะนำแก่ผู้เล่นโยคะ แอปพลิเคชันลูโมซิตี (Lumosity) ที่วัดระดับการทำงานของสมอง เพื่อดูผลของการออกกำลังกายต่อการพัฒนาสมอง นอกจากนี้ยังมีอีกหลายแอปพลิเคชันที่ช่วยส่งเสริมการฝึกสมาธิและฝึกการตัดสินใจอีกด้วย ฯลฯ
- ▶ AMED ของ สวทช. ได้พัฒนาระบบเซนเซอร์อัจฉริยะสำหรับสนับสนุนการดูแลผู้สูงอายุและผู้ป่วย เพื่อตรวจจับอิริยาบถและการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติ รวมไปถึงทำนอน การล้ม และตำแหน่งที่เกิดเหตุภายในอาคาร พร้อมแสดงผลและแจ้งเตือนผู้ดูแลแบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีเซนเซอร์โมดูล (sensor module) ที่เกี่ยวเนื่องกับ Wearable Technology ต่าง ๆ กระจายอยู่ทุกศูนย์วิจัยแห่งชาติของ สวทช. อีกด้วย



06

**เทคโนโลยีคุ้มครองความเป็นส่วนตัวของข้อมูล**  
(Privacy-Enhancing Technologies : PETs)

## 6. เทคโนโลยีคุ้มครองความเป็นส่วนตัวของข้อมูล (Privacy-Enhancing Technologies : PETs)

- ▶ การเก็บข้อมูลในคลาวด์และการใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) มีบทบาทมากขึ้น และจะยิ่งสำคัญมากขึ้นไปอีก เพราะจะเป็นหัวใจของระบบอุตสาหกรรม 4.0 แต่การรั่วไหลของข้อมูลสำคัญที่อาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ก็อาจก่อความเสียหายได้มาก ดังกรณีตัวอย่าง พนักงานบริษัทซัมซุงนำ **source code** ของบริษัทไปให้ **Chat GPT** รั่วจนข้อมูลรั่วไหล หรือกรณีบริษัท **MediSecure** ที่ให้บริการจ่ายยาแบบอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศออสเตรเลียที่โดน **ransomware** โจมตี ทำให้ข้อมูลผู้ป่วยจำนวนมากรั่วไหล หรือบริษัทผู้ให้บริการ **Cloud AI** ชื่อ สโนว์เฟลก (**Snowflake**) ทำข้อมูลลูกค้ารั่วไหลจนทำให้หุ้นของบริษัทตกลงไป 26% ในรอบ 12 เดือน
- ▶ ยังมีกรณีความมั่นคงระดับสูงที่ทหารสหรัฐอเมริกาได้ใส่สมาร์ตวอตช์วิ่งออกกำลังกายรอบค่ายทหารจนทำให้มีตำแหน่งค่ายทหารของสหรัฐอเมริกาในประเทศซีเรียและอิรักหลุดรอดออกไปผ่านทางคลาวด์ที่บริษัทผู้ผลิตสมาร์ตวอตช์ให้บริการอยู่ จนกลายเป็นปัญหาใหญ่อย่างคาดไม่ถึง
- ▶ เทคโนโลยีคุ้มครองความเป็นส่วนตัวของข้อมูล (Privacy-Enhancing Technologies: PETs) จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะเทคโนโลยีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันไม่ปลอดภัยมากพอ เนื่องจากระหว่างการส่งข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ไปประมวลผลในคลาวด์นั้น แม้จะมีการเข้ารหัสข้อมูลแล้วก็ตาม แต่เมื่อไปถึงที่คลาวด์ ก็จำเป็นต้องถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลจริงนั้นมาประมวลผล จึงเกิดช่องโหว่ทำให้ข้อมูลเหล่านั้นรั่วไหลที่คลาวด์ได้หากโดนแฮ็ก ยังไม่รวมกรณีที่เจ้าของคลาวด์อาจนำข้อมูลของเราไปใช้งานอย่างอื่นที่ไม่ได้รับอนุญาต
- ▶ เทคโนโลยีแบบใหม่คือ **PETs** ช่วยคุ้มครองความเป็นส่วนตัวของข้อมูล ตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง ผ่านการเข้ารหัสแบบใหม่ที่ทำให้ข้อมูลประมวลผลบนคลาวด์ได้ “โดยไม่ต้องถอดรหัส” ดังนั้นระบบคลาวด์เองจึงไม่สามารถเข้าถึงเนื้อหาข้อมูลที่กำลังประมวลผลอยู่เลย มีแต่เจ้าของข้อมูลที่มีกุญแจถอดรหัสเท่านั้นที่จะเข้าถึงเนื้อหาข้อมูลได้ เทคโนโลยีนี้จึงปิดช่องโหว่การรั่วไหลของข้อมูลได้มากขึ้น แม้แต่กรณีคลาวด์โดนแฮ็กก็ตาม
- ▶ มีการนำเทคโนโลยี **PETs** มาให้บริการแล้วในวงการการเงิน สุขภาพ และทรัพยากรบุคคล เช่น บริษัท **EN|VIEL, Tripple-Blind** และ **Inpher** ในสหรัฐอเมริกา บริษัท **ZAMA** มีการนำเอาเทคโนโลยี **PETs** มาใช้ในการระบุตัวตนแบบ **biometric authentication** และทำ **confidential trading** อีกด้วย ขณะที่บริษัท **RAVEL** ในประเทศฝรั่งเศสก็นำเอาระบบนี้ไปใช้ให้บริการโฆษณาส่วนบุคคล เป็นต้น
- ▶ สำหรับประเทศไทย เนคเทค สวทช. ได้พัฒนาเทคโนโลยี **PETs** ให้ใช้กับแพลตฟอร์ม **IoT** สำหรับภาคอุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับนโยบาย **Industry 4.0** ของประเทศในชื่อ **ไซบิลเลียน (CYBLION)** พ้องเสียงกับชื่อสายพันธุ์สุนัข ช่วยทำให้การคำนวณข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมบนคลาวด์ทำได้อย่างปลอดภัย โดยเนคเทคได้ทดสอบใช้งานจริงในโรงงานธนากรผลิตน้ำมันพืช จำกัด (น้ำมันพืชกูก) แล้ว



# 07 หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย (Security Robot)

## 7. หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย (Security Robot)

- ▶ การรักษาความปลอดภัยเป็นความจำเป็นพื้นฐานอย่างหนึ่งที่ทุกภาคส่วนให้ความสำคัญ อย่างไรก็ตาม การรักษาความปลอดภัยในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดอยู่หลายด้าน อาทิ การเฝ้าระวังบุคคลและเหตุต้องสงสัยเพื่อป้องกันเหตุร้ายในพื้นที่สำคัญ ต้องใช้ทักษะและความเชี่ยวชาญของเจ้าหน้าที่ การตรวจการณ์พื้นที่ขนาดใหญ่ยังไม่ครอบคลุมทั่วถึงทุกพื้นที่ เจ้าหน้าที่มีความเสี่ยงในการปฏิบัติงานในพื้นที่เสี่ยงอันตราย รวมถึงพื้นที่ความมั่นคงที่มีการเกิดเหตุซ้ำ
- ▶ หน่วยงานความมั่นคงรวมถึงภาคเอกชนทั่วโลกให้ความสนใจลงทุนทำวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมากในแต่ละปี เทคโนโลยีหุ่นยนต์ (robotics) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่น่าจับตามอง การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการรักษาความปลอดภัยจะช่วยลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่, AI จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจการณ์ให้ดีขึ้นได้อีกด้วย
- ▶ คุณลักษณะเด่นของการใช้หุ่นยนต์ช่วยในการรักษาความปลอดภัยมีหลายด้าน ได้แก่ ความสามารถในการทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานโดยไม่อ่อนล้าหรือหย่อนประสิทธิภาพ สามารถวิเคราะห์ภาพและพฤติกรรม สามารถแจ้งเตือนเพื่อป้องกันการเกิดเหตุความไม่ปลอดภัยได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ นอกจากนี้แล้ว หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัยยังสามารถทำงานได้ในพื้นที่หรือสภาวะแวดล้อมที่หลากหลาย ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ระบบนำทางอัตโนมัติจะทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้อย่างทั่วถึงทุกบริเวณ
- ▶ ขณะที่ต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปกับหุ่นยนต์จำพวกนี้ในระยะยาวจะน้อยกว่าค่าใช้จ่ายสำหรับการจ้างฝ่ายรักษาความปลอดภัยที่เป็นมนุษย์ และไม่ต้องกังวลใจเรื่องความเชื่อใจได้ของรปภ. ที่เป็นมนุษย์อีกด้วย
- ▶ ปัจจุบันเริ่มมีการใช้งานหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัยแล้วในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ และญี่ปุ่น มีการใช้งานหุ่นยนต์เพื่อรักษาความปลอดภัยในพื้นที่ที่มีประชาชนจำนวนมาก เช่น สนามบินหรือสถานีรถไฟ รวมทั้งมีการใช้หุ่นยนต์เพื่อลาดตระเวนในพื้นที่เสี่ยงอันตราย
- ▶ ตลาดโลกของหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย ประเมินกันว่าจะสูงถึง 71,800 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2027 โดยมีอัตราการเติบโตอยู่ที่ 17.8% ขณะที่เฉพาะในแถบเอเชียแปซิฟิกสูงถึงเกือบ 20% โดยปัจจัยกระตุ้นสำคัญคือ ความต้องการเทคโนโลยีนี้ในทางทหารและการป้องกันประเทศเป็นหลัก
- ▶ สวทช. มีองค์ความรู้ด้านหุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ ระบบสื่อสาร และ AI ทำให้สามารถบูรณาการองค์ความรู้ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างหุ่นยนต์รักษาความปลอดภัยได้ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด การที่มีระบบฐานข้อมูล ระบบควบคุมและประมวลผลที่พัฒนาขึ้นเอง จึงมั่นใจได้ในเรื่องความปลอดภัยของข้อมูลลูกค้า



08

เทคโนโลยีรีไซเคิลแบตเตอรี่แบบโดยตรง  
(Direct Battery Recycling Technology)



## 8. เทคโนโลยีรีไซเคิลแบตเตอรี่แบบโดยตรง (Direct Battery Recycling Technology)

- ▶ การมุ่งสู่สังคมคาร์บอนต่ำทำให้มีความต้องการแบตเตอรี่ โดยเฉพาะแบบลิเทียมไอออน เพราะมีการใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความจุพลังงานจำเพาะสูง มีอายุการใช้งานที่ยาวนานคุ้มค่า และยังมีแนวโน้มราคาที่ลดลงอีกด้วย
- ▶ ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา มีอัตราการเติบโตของการใช้ EV สูงที่สุดในกลุ่มประเทศอาเซียน โดยปี 2023 มียอดจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าสูงถึงสัดส่วนร้อยละ 12% ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่ขายใหม่ทั่วประเทศ จึงเกิดความต้องการเทคโนโลยีรีไซเคิลที่มีประสิทธิภาพสูง
- ▶ ในกระบวนการรีไซเคิลแบตเตอรี่ในปัจจุบันมักอาศัยความร้อนสูง หรือใช้กระบวนการที่ต้องใช้สารเคมีที่เป็นพิษ ความพยายามหลีกเลี่ยงกระบวนการทั้งสองแบบนี้ นำมาสู่เทคโนโลยีใหม่ที่ลดการใช้พลังงาน ซึ่งจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำให้เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว อีกทั้งยังเป็นการลดการใช้โลหะหนัก โดยบางกระบวนการลดได้มากถึง 90% หากเทียบทั้งกระบวนการ ตั้งแต่การทำเหมืองเพื่อให้ได้โลหะใหม่มาใช้
- ▶ หัวใจหลักของเทคโนโลยีรีไซเคิลโดยตรงคือ จะไม่ใช้กระบวนการเผาด้วยความร้อนสูงที่มากกว่า 1,000 องศาเซลเซียสในเทคโนโลยีรีไซเคิลแบตเตอรี่แบบเดิมที่เรียกว่า ไพโรเมทัลลอร์จี (pyrometallurgy) นอกจากนี้ ยังไม่ใช้กระบวนการที่ต้องใช้สารละลายเคมีแบบที่เรียกว่า ไฮโดรเมทัลลอร์จี (hydrometallurgy) ซึ่งทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก
- ▶ แต่เทคโนโลยีรีไซเคิลโดยตรงอาศัยกระบวนการทางกายภาพในการร่อน ตัด ย่อย บด และคัดแยกนำสารเพื่อนำกลับมาใช้สร้างเป็นขั้วแคโทด (cathode) ของแบตเตอรี่ชิ้นใหม่ ประเมินกันว่าเทคโนโลยีแบบนี้อาจไปถึงจุดที่นำชิ้นส่วนกลับมาใช้ได้มากถึง 90% อีกทั้งจะลดความต้องการสินแร่ใหม่เพื่อนำมาผลิตแบตเตอรี่ได้มากกว่า 25% ในปี 2030
- ▶ การรีไซเคิลแบบนี้เหมาะกับแบตเตอรี่ที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ในระบบกักเก็บพลังงาน เพื่อลดการระต่อสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมเศรษฐกิจแบบ BCG คาดว่า จะมีการเติบโตของอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีแบบนี้มากกว่า 20% โดยมี EBITDA margin ของอุตสาหกรรมนี้มากกว่า 10%



09

# ไฮโดรเจนเพื่อการขับเคลื่อน (H<sub>2</sub> for Mobility)



## 9. ไฮโดรเจนเพื่อการขับเคลื่อน (H<sub>2</sub> for Mobility)

- ▶ รถยนต์ปัจจุบันกำลังค่อยเปลี่ยนจากรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ฟากผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่ของประเทศญี่ปุ่นบางรายก็ลงทุนวิจัยมหาศาลไปรถยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฮโดรเจน เพราะคาดกันว่าพลังงานจากไฮโดรเจนจะเป็นอีกตัวเลือกของพลังงานอนาคตได้เช่นกัน
- ▶ มีคนจำนวนมากคาดหวังว่าพลังงานไฮโดรเจนจะมาเป็นตัวปิดช่องว่าง 20% ของ **Net Zero** ของภาคการขนส่งขนาดใหญ่ และการป้อนไฟฟ้าให้แก่ภาคอุตสาหกรรม
- ▶ ประเทศไทยนั้นมีความพร้อมอยู่พอสมควร มีร่างกฎหมายเกี่ยวกับพลังงานไฮโดรเจนแล้ว และมีศักยภาพในการผลิตไบโอไฮโดรเจน (**biohydrogen**) จากพื้นฐานความเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีสารตั้งต้นจากก๊าซมีเทนในมูลสัตว์หรือ ชีวมวลต่าง ๆ ที่จัดเป็นกรีนไฮโดรเจน (**green hydrogen**) แบบหนึ่ง ซึ่งอาจนำมาผ่านกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ จนได้ผลิตภัณฑ์เป็นไฮโดรเจนออกมาในที่สุด
- ▶ ต้นทุนการผลิตไบโอไฮโดรเจนก็มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง กระบวนการผลิตไฮโดรเจนแบบนี้ลดการสร้างคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (**carbon footprint**) และนำมาขายเป็นคาร์บอนเครดิต (**carbon credit**) ของประเทศไปพร้อม ๆ กันได้อีกด้วย
- ▶ การผลิตไฮโดรเจนอีกแบบคือ ผลิตจากก๊าซธรรมชาติได้เป็น บลูไฮโดรเจน (**blue hydrogen**) ก็ยังถูกกว่ากรีนไฮโดรเจนที่ผลิตจากกระบวนการแยกโมเลกุลของน้ำโดยตรง โดยใช้พลังงานไฟฟ้าที่แปลงมาจากความร้อนหรือพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อร่วมกับกระบวนการ **CCS (Carbon Capture and Storage)** ก็จะช่วยให้มีค่าคาร์บอนเป็นลบ จึงดีต่อสิ่งแวดล้อม
- ▶ นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีปัจจัยเสริมเรื่องความเชี่ยวชาญในการขนส่งก๊าซ และมีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ มีมาตรการความปลอดภัยระดับอุตสาหกรรมที่ชัดเจนอีกด้วย ส่วนปัจจัยเสริมระดับโลกได้แก่เรื่อง การคิดค่าปรับคาร์บอนหรือ **CBAM** ของสหภาพยุโรปที่ปัจจุบันเริ่มเข้าสู่ช่วงเปลี่ยนผ่านปี 2023-2025 ที่ต้องมีรายงานค่าการปล่อยและการชดเชยก๊าซเรือนกระจกแล้ว แต่มีเทคโนโลยีสำคัญที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติมก็คือ เทคโนโลยีในการกักเก็บไฮโดรเจน ซึ่งจะช่วยให้เรื่องการทดแทนการนำเข้าและผลิตใช้เองในประเทศได้
- ▶ เมื่อปลายปีที่แล้วมีข่าวที่น่าจับตามองคือ การประกาศจับมือกันระหว่าง **PTT-OR-Toyota-BIG** ที่จะเริ่มเปิดสถานีต้นแบบเติมไฮโดรเจนสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงแห่งแรกของประเทศไทยขึ้น ในขณะที่บริษัท **Toyota** ก็ประกาศจะใช้รถยนต์รุ่น **Mirai** จำนวน 500 คัน สำหรับรับส่งนักกีฬาในโอลิมปิกเกมส์และพาราลิมปิกเกมส์อย่างเป็นทางการที่กรุงปารีสในปี นี้ เพื่อเป็นการแสดงศักยภาพของรถยนต์แบบนี้ได้อีกด้วย



10

## ยุคถัดไปของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ด้วยระบบน้ำหมุนเวียน

(Next Generation of Recirculating Aquaculture System : RAS)

## 10. ยุคถัดไปของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

- ▶ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทยมีมูลค่ามากกว่าแสนล้านบาทต่อปี แต่การเพาะเลี้ยงด้วยวิธีการดั้งเดิม เช่น การเลี้ยงในบ่อดิน การเลี้ยงในกระชัง มีข้อเสียหลายประการ ทั้งใช้น้ำมากและสร้างมลพิษทางน้ำ เสี่ยงต่อการเกิดโรคสัตว์น้ำ เสี่ยงต่อสวัสดิภาพของสัตว์น้ำ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เช่น กรณีเลี้ยงในกระชังแล้วน้ำในแม่น้ำล้นตลิ่งหรือแห้งหรือเกิดน้ำเสีย นอกจากนี้ยังใช้พื้นที่มากอีกด้วย
- ▶ เทคโนโลยี **RAS** เป็นการเลี้ยงแบบใช้น้ำหมุนเวียน โดยมีการบำบัดของเสียออกจากน้ำและเติมออกซิเจนให้น้ำ มีข้อดีคือไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำ สามารถเลี้ยงสัตว์น้ำได้อย่างหนาแน่นในพื้นที่น้อย ควบคุมสภาวะการเลี้ยงและมีการติดตามปัจจัยต่าง ๆ ได้ดีกว่าวิธีการแบบเดิม จึงลดความเสี่ยงจากโรคสัตว์น้ำได้มาก
- ▶ อย่างไรก็ตามที่ผ่านมาเทคโนโลยี **RAS** มักใช้ในวงจำกัดเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำมูลค่าสูง เช่น ปลาแซลมอน ปลาเทราต์ ฯลฯ เนื่องจากต้นทุนได้ง่าย เพราะการเลี้ยงระบบ **RAS** ต้องอาศัยการลงทุนที่สูงกว่าการเลี้ยงแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังต้องการการดูแลควบคุมระบบการเลี้ยงอย่างใกล้ชิดอีกด้วย
- ▶ ยุคถัดไปของเทคโนโลยี **RAS** คือ การออกแบบให้ระบบมีความเหมาะสมกับสัตว์น้ำแต่ละชนิด โดยมีเป้าหมายคือ ทำให้ใช้เงินลงทุนระบบลดลงและควบคุมระบบการเลี้ยงได้ง่ายขึ้น
- ▶ ที่ผ่านมา สวทช. ได้พัฒนาระบบ **RAS** สำหรับกุ้งและปลากะพงซึ่งเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ระบบที่พัฒนาขึ้นมีราคาที่ถูกลงกว่าในท้องตลาด ทำให้ต้นทุนได้เร็วและสามารถควบคุมระบบการเลี้ยงได้ง่ายขึ้น  
การพัฒนาดังกล่าวได้อาศัยเทคโนโลยีการออกแบบและคำนวณทางวิศวกรรมขั้นสูง (**advanced engineering design & computation**) รวมทั้งเทคโนโลยีระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (**automatic control**) และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (**Internet of Things: IoT**)
- ▶ นอกจากนี้ยังมีแผนการพัฒนาระบบต่อไปโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์หรือ **AI** และเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (**image processing**) ในการติดตามและควบคุมการเลี้ยงในทุกขั้นตอน
- ▶