แผนยุทธศาสตร์ 5 ปี
โปรแกรมเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ
(พ.ศ. 2560 – 2564)
คลัสเตอร์ Cross Cutting Technology
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

บทสรุปผู้บริหาร

ที่ผ่านมานั้น ทาง สวทช. โดยโปรแกรมเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ เป็นกำลังสำคัญ ในการพัฒนาบุคลากร องค์ความรู้ รวมถึงนวัตกรรมทั้งทางด้านอุปกรณ์เซนเซอร์ (sensing device) และระบบสมองกลอัจฉริยะ (intelligent system) เพื่อเตรียมความพร้อมในการนำไปประยุกต์ใช้งานในคลัสเตอร์อุตสาหกรรมต่างๆ ของประเทศ ไม่ว่าจะเป็น**อุตสาหกรรมการเกษตรและอาหาร** ซึ่งมีการใช้เทคโนโลยี Bio/Chemical sensor เพื่อตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัยของวัตถุดิบให้เป็นไปตามมาตรฐานการค้าและการส่งออก หรือการประยุกต์ใช้อุปกรณ์และระบบเซนเซอร์ไร้สายอัจฉริยะ (Wireless sensor and intelligent system) ร่วมกับองค์ความรู้ภาคการเกษตร เพื่อเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนและยกระดับให้เกิดเกษตรกรปราดเปรื่อง (smart farmer) เพื่อลดต้นทุน การสูญเสีย และเพิ่มผลผลิตทั้งในกลุ่มอุตสาหกรรมพืช และสัตว์เศรษฐกิจของประเทศ ในส่วนของ**อุตสาหกรรมสุขภาพและการแพทย์**นั้น ได้มีการพัฒนานวัตกรรมต่างๆ ทั้งที่เป็นชุดน้ำยาทดสอบ (Test kit) เพื่อให้การคัดกรอง หรือวินิจฉัยโรคที่สำคัญ หรืออุปกรณ์การแพทย์ (Medical devices) ประเภทต่างๆ ซึ่งช่วยเพิ่มการเข้าถึงเทคโนโลยีในการดูแลสุขภาพ เพิ่มประสิทธิภาพการรักษาทั้งในแง่ของความไว และความแม่นยำ ช่วยให้ข้อมูลกับแพทย์ในเฝ้าระวัง การตรวจวินิจฉัย ประเมินความรุนแรง และติดตามการรักษาโรคทั้งประเภทติดเชื้อและเรื้อรังที่สำคัญได้ ในส่วนของ**อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม**นั้น ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยตรวจวัด และเฝ้าระวังสภาวะมลพิษ เช่นเรื่องของฝุ่นควัน ก๊าซหรือของเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม หรือชุมชนต่างๆ เพื่อเป็นเครื่องมือในการประเมินและบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้

จากตัวอย่างที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีเซนเซอร์และระบบอัตโนมัติต่างๆนั้น มีลักษณะของสหวิทยาการ ที่สามารถรองรับยุทธศาสตร์ของประเทศทั้งด้าน Bioeconomy และ Digital economy หรือการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม S-cruve เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และ การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ เป็นต้น และเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการดำเนินงาน โปรแกรมเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ จึงได้จัดทำแผนการดำเนินงานปี 2560-64 เพื่อรองรับการพัฒนาศักยภาพทั้งงานวิจัย ความเชี่ยวชาญ รวมทั้งความพร้อมด้านบุคลากร สถานที่ และเทคโนโลยี ตลอดจนโครงการสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเชื่อมโยงการพัฒนาต้นแบบไปสู่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ และพัฒนาระบบการบริหารจัดการที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมต่างๆที่สำคัญของประเทศ เพื่อสร้างผลกระทบทั้งในเชิงอุตสาหกรรมและการเชิงสาธารณะประโยชน์ของประเทศได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 1: ที่มาและความสำคัญ

ความหมายของเทคโนโลยี

เซนเซอร์ (Sensor) คือชุดอุปกรณ์หรือวงจรที่ทำหน้าที่ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ หรือลักษณะของเป้าหมายวิเคราะห์ (Analytical target) และแสดงผลออกมาในลักษณะของสัญญาณที่สามารถตรวจสอบได้ ซึ่งทั่วไปหมายถึงสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันยังขยายความหมายรวมถึงสัญญาณทางกลศาสตร์ (Mechanic) และเชิงแสง (Optic) ร่วมด้วย หลักในการทำงานของเซนเซอร์เบื้องต้นนั้น จะอาศัยการตรวจจับสัญญาณแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นระหว่างเป้าหมาย และตัวทำปฏิกิริยาที่จำเพาะ จากนั้นส่งผ่านเครื่องแปลงสัญญาณ (Transducer) ซึ่งมีหน้าที่หลักในการแปลงสัญญาณตรวจวัดชนิดใดๆ เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าที่ตรวจสอบได้ ซึ่งต่อมาจะถูกวิเคราะห์และนำเสนอโดยระบบประมวลและแสดงผล (Detector and Display system) ประเภทหลักๆของเซนเซอร์นั้น สามารถแบ่งตามพารามิเตอร์ของการตรวจวัด ได้เป็น 3 ชนิดที่สำคัญ ได้แก่

- เซนเซอร์ทางด้านกายภาพ (Physical sensor) หมายถึงอุปกรณ์ตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพชนิดต่างๆ เช่น เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ, ความดัน, ความชื้น
- เซนเซอร์ทางด้านเคมี (Chemical sensor) หมายถึงอุปกรณ์ตรวจวัดสารเป้าหมายที่เป็นสารเคมีชนิดต่างๆ หรือการตรวจวัดสารเป้าหมายโดยอาศัยปฏิกิริยาจำเพาะทางเคมี เช่น เซนเซอร์ตรวจการปนเปื้อนยาฆ่าแมลงในสิ่งแวดล้อม
- เซนเซอร์ทางด้านชีวภาพ (Biosensor) อุปกรณ์ตรวจวัดสารเป้าหมายที่ใช้สารชีวภาพ (biological recognition material) เป็นตัวทำปฏิกิริยาที่จำเพาะกับสารเป้าหมาย เช่น เซนเซอร์ตรวจเชื้อไวรัสไข้หวัดนก

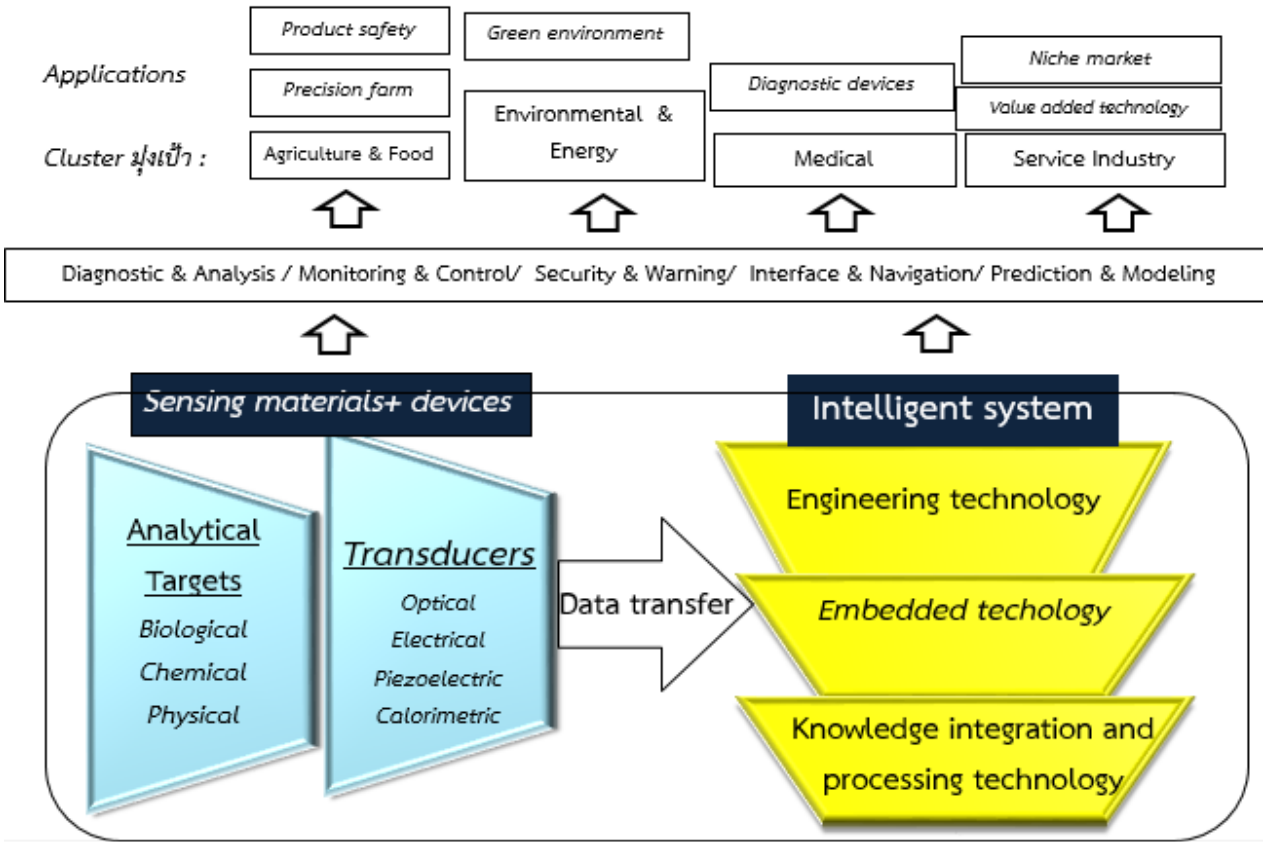
สำหรับระบบสมองกลแบบฝังตัว (Embedded system) หรือระบบสมองกลอัจฉริยะ (Intelligent system) ในที่นี้คือระบบประมวลผล ซึ่งรวมทั้งในส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ ที่ใช้ชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์ ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่ฝังไว้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ เพื่อทำหน้าที่ในการบูรณาการสัญญาณที่ได้จากตัวตรวจวัด (เซนเซอร์) ไปเป็นชุดคำสั่งดิจิตอล ผ่านทางส่วนที่เป็นซอฟแวร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ชนิดต่างๆที่เชื่อมโยงอยู่ในระบบ เป็นการเพิ่มความฉลาด และความสามารถ (Smart and Intelligence) ให้กับอุปกรณ์เหล่านั้น (รูปที่ 1) ซึ่งหลักในการทำงานเบื้องต้นนั้นจะเป็นการรับสัญญาณเข้าทางไฟฟ้า (Electrical input) จากนั้นจะผ่านกระบวนการประมวลผลโดยระบบชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์ ก่อนจะส่งเป็นสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบชุดคำสั่ง เพื่อทำให้เกิดเป็นกลไกการควบคุม (Physical output) ไปยังอุปกรณ์ชนิดต่างๆตามที่ต้องการโดยอัตโนมัติ

โครงสร้างพื้นฐานของระบบสมองกลแบบฝังตัวหรือระบบสมองกลอัจฉริยะนั้นประกอบด้วยสองส่วนคือ

- ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นส่วนที่ต้องการการออกแบบให้ความเรียบง่าย ประหยัด และมีขนาดเล็กให้มากที่สุด เพื่อประโยชน์ในการใช้งาน ส่วนประกอบหลักของฮาร์ดแวร์นั้น ประกอบด้วย “ส่วนประมวลผลส่วนกลาง (Microprocessor หรือ CPU)” ซึ่งทำหน้าที่อ่านค่า ประเมินผล คิดคำนวณ สั่งการตามคำสั่งที่ได้มีการกำหนดไว้โดยซอฟแวร์ ส่วนต่อมาคือ” ส่วนรับรู้ หรือเซนเซอร์ (Sensor)” ซึ่งหน้าที่สำคัญคือการแปลงสัญญาณที่ตรวจวัดได้ เช่น ความร้อน แสง สี ความชื้น สนามแม่เหล็ก มาเป็นค่าปริมาณทางไฟฟ้าเพื่อให้ CPU สามารถนำไปใช้ในการ

ประมวลผลได้ ส่วนประกอบถัดมาคือ “ส่วนตอบสนอง (Actuator)” ซึ่งจะทำงานตามการสั่งการของ CPU มักจะให้ผลออกมาในรูปแบบของการเปิดปิดสวิทซ์ไฟฟ้า (Relay หรือ Contractor) หลอดไฟ display เพื่อการแสดงผล หรือเครื่องกำเนิดเสียงเป็นต้น นอกเหนือไปจากองค์ประกอบหลักตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ระบบสมองกลอัจฉริยะ ยังสามารถขยายการทำงานได้โดยการเชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์ชนิดอื่นๆ เช่น ส่วนของการติดต่อสื่อสาร (Network & Protocol) หรือ ส่วนที่ใช้ในการจัดการพลังงาน (Power management) เช่นระบบแบตเตอรี่ เพื่อควบคุมให้อุปกรณ์เกิดการประหยัดพลังงานได้ เป็นต้น

- ซอฟแวร์ (Software) ส่วนนี้จัดว่าเป็นตัวกลางสำคัญในการขับเคลื่อนการทำงานของระบบสมองกลอัจฉริยะชนิดต่างๆ เปรียบได้กับสมอง เป็นการนำความฉลาดของระบบที่มีการเตรียมและคิดไว้ล่วงหน้าแล้ว ไปบรรจุในหน่วยความจำซอฟแวร์ และไปควบคุมให้ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์เกิดการตอบสนองได้ตามที่ต้องการ



รูปที่ 1: ความเชื่อมโยงในการทำงานระหว่างเทคโนโลยีเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ

กระบวนการตรวจวัด ถือเป็นหัวใจของการวิเคราะห์ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการวัดนั้นจะเป็นสิ่งบ่งบอกถึงความเป็นไปในระบบที่เราสนใจ เครื่องมือวัดที่ดีจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องในการตัดสินใจ แนวคิดของการวัดและตรวจวิเคราะห์นั้น ถูกนำไปใช้ในทุกศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นทางด้านวิทยาศาสตร์ สังคม เศรษฐศาสตร์ และการเมือง

ในทางวิทยาศาสตร์การวัดถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การแพทย์ สิ่งแวดล้อม อาหาร อุตสาหกรรม เป็นต้น

เทคโนโลยีและอุปกรณ์เซนเซอร์นั้น ในอดีตจะใช้เพียงเพื่อวัตถุประสงค์ในการตรวจวัดเพื่อระบุถึงตัวอย่างที่ต้องการทดสอบเท่านั้น แต่ในปัจจุบันพบว่าระบบการทำงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรมต่างๆมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น จำนวนมากต้องการระบบตรวจสอบ ติดตาม และควบคุมการทำงานในลักษณะเครือข่าย (Network) หรือระบบอัตโนมัติ (Automation) เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และด้วยความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในเทคโนโลยีไมโครโพรเซสเซอร์และสัญญาณดิจิตอล จึงเป็นที่มาของการพัฒนาระบบสมองกลอัจฉริยะขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว ซึ่งเมื่อทั้งสองส่วนทำงานร่วมกัน จะสามารถรวบรวมเอาข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดของเซนเซอร์นำไปต่อยอดด้วยระบบสมองกลอัจฉริยะ เพื่อการวิเคราะห์ประมวลผลยกระดับขีดความสามารถ หรือเพิ่มความฉลาดให้ระบบ หรืออุปกรณ์ชนิดต่างๆในเครือข่ายได้โดยอาศัยระบบอัตโนมัติ ซึ่งทั่วไปประกอบไปด้วยการทำงาน (Function) ประเภทต่างๆเช่น

- การติดตามและควบคุม (Monitoring & Control) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและควบคุมระบบ
- การเฝ้าระวังและระบบการเตือน (Security & Warning) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้ระบบ
- การวินิจฉัยและวิเคราะห์ (Diagnostic & Analysis) เพื่อเพิ่มความเข้าใจและใช้ปรับปรุงระบบ
- การสื่อสาร(Interface & Navigation) เพื่อเพิ่มความในการเชื่อมโยงการทำงานของระบบ
- การคาดการณ์และแบบจำลอง (Prediction & Modeling) เพื่อใช้คาดการณ์ในอนาคต

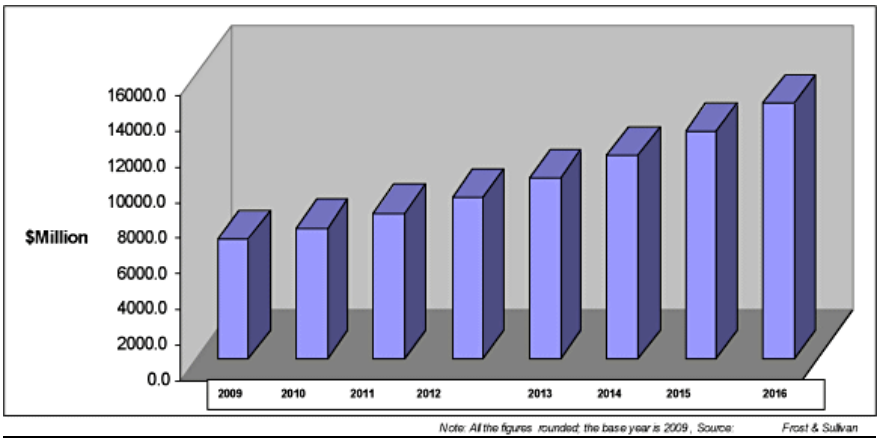
สถานภาพ และแนวโน้มของเทคโนโลยี

จากคุณสมบัติตามที่ได้อธิบายในข้างต้น การขยายตัวสำหรับภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูงจึงล้วนแต่จำเป็นต้องมีการพัฒนาโครงสร้างของระบบอัตโนมัติ (Infrastructure of Automation System) ควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยีเซนเซอร์ และระบบสมองกลอัจฉริยะ (Sensor and Intelligent System) อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อช่วยเพิ่มขีดความสามารถ ลดข้อผิดพลาด ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องในการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางธุรกิจอย่างยั่งยืนต่อไป นอกจากนั้นการประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ เช่น ในประเทศที่มีอุตสาหกรรมหลักเกี่ยวเนื่องกับการเกษตร การพัฒนาเทคโนโลยีเซนเซอร์เพื่อการตรวจวัดเชื้อก่อโรคในผลิตภัณฑ์ทางด้านการเกษตรและอาหาร ก็ยังเป็นโอกาสในการเพิ่มความเชื่อมั่นให้แก่ประเทศคู่ค้า เพิ่มมูลค่าการส่งออก และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการต่างๆ ตลอดห่วงโซ่มูลค่าของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงการพัฒนาอุปกรณ์หรือระบบการตรวจวินิจฉัย หรือติดตามด้านสาธารณสุข (Smart diagnostic system) ก็ยังเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากรได้อีกด้วย

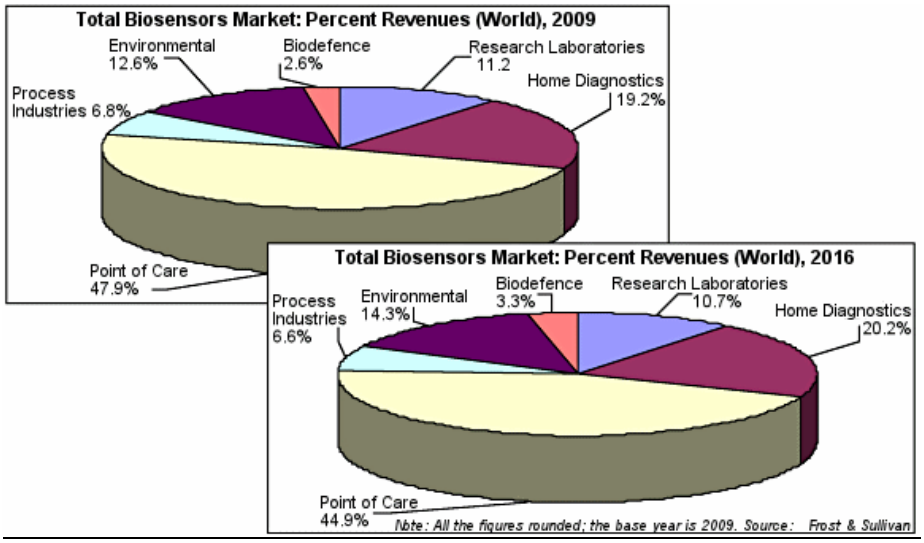
หากพิจารณาในมิติด้านการตลาดเพื่อการลงทุนของเทคโนโลยีเซนเซอร์ ผลวิเคราะห์แนวโน้มการเติบโตระหว่างปี ค.ศ. 2009 ถึง 2014 โดยบริษัท Reportlinker (ที่มา http://www.reportlinker.com) คาดการณ์ว่าเฉพาะในตลาดของสหรัฐ จะมีการเติบโตของเทคโนโลยีเซนเซอร์, ทรานส์ดิวเซอร์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น วัสดุป้องกันหัวเซนเซอร์ (Sensor housings) คิดเป็นร้อยละ 5..2 ต่อปี และภายในปี 2014 จะมีมูลค่าสูงถึง 12.3 พันล้านเหรียญ โดยสัดส่วนของ Physical sensor โดยเฉพาะกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ เช่นการวัดความเร็ว, การ

สั่น, ความเคลื่อนไหว จะเป็นกลุ่มที่มีมูลค่า และการขยายตัวของตลาดมากที่สุด โดยจะสอดคล้องไปกับการเจริญเติบโตอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ในประเทศสหรัฐนั่นเอง

ในขณะที่ผลวิเคราะห์แนวโน้มการเติบโตของตลาดโลก โดยสำนักพิมพ์ Sensorsmag เฉพาะในกลุ่มของ Biosensor นั้น (รูปที่ 2) แสดงให้เห็นว่ามีผลคาดการณ์อัตราการเจริญเติบโตระหว่างปี ค.ศ. 2009 ถึง 2016 ในอัตราส่วนอยู่ที่ร้อยละ 12 ถึง 16 ต่อปีและคาดว่าในปี 2016 จะมีมูลค่าทางการตลาดสูงถึง 14 พันล้านเหรียญสหรัฐ โดยส่วนแบ่งทางการตลาดที่สูงที่สุดคือ การพัฒนาชุดตรวจแบบ Point-of-Care ทางด้านการแพทย์ รองลงมาคือกลุ่มของ home diagnostic (รูปที่ 3)



รูปที่ 2: อัตราการเติบโตของไบโอเซนเซอร์และมูลค่าในตลาดโลก
(ที่มา http://www.sensorsmag.com)



รูปที่ 3: ข้อมูลส่วนแบ่งทางการตลาดของเทคโนโลยีไบโอเซนเซอร์
(ที่มา http://www.sensorsmag.com)

ในกรณีของระบบสมองกลแบบฝังตัว หรือระบบสมองกลอัจฉริยะนั้น ผลวิเคราะห์ด้านการตลาด โดยสำนักพิมพ์ Electronics.ca Publications (ที่มา http://www.electronics.ca) แสดงให้เห็นว่ามีผลคาดการณ์อัตราการเจริญเติบโตระหว่างปี ค.ศ. 2008 ถึง 2013 ในอัตราส่วนอยู่ที่ร้อยละ 4 ต่อปีและคาดว่าในปี 2013 จะมีมูลค่าทางการตลาดสูงถึง 111.25 พันล้านเหรียญหากแยกการพิจารณาออกเป็นส่วนของ Hardware และ software พบว่า Embedded hardware ซึ่งจากเดิมในปี 2008 ที่มีมูลค่าอยู่ที่ 89.8 พันล้านเหรียญ คาดว่าจะมีอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยร้อยละ 4 ต่อปี และจะมีมูลค่าสูงถึง 109.6 พันล้านบาท ภายในปี 2013 ขณะที่ Embedded software นั้น จากเดิมในปี 2008 ที่มีมูลค่าอยู่ที่ 2.2 พันล้านเหรียญ จะมีอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยร้อยละ 5.6 ต่อปี และจะมีมูลค่าอยู่ที่ 2.9 พันล้านเหรียญ ภายในปี 2013 ตามลำดับ

สำหรับทิศทางงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเซนเซอร์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย หากพิจารณาจากข้อมูลที่ได้มีการจัดแยกประเภทของอุปกรณ์เซนเซอร์ ตามคุณสมบัติของพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดออกเป็น 3 ชนิดคือ Physical sensor, Chemical sensor และ Biosensor นั้น สำหรับการวัดในเชิงกายภาพ และเคมี โดยทั่วไปจะเป็นการวัดตัวแปรพื้นฐานที่มีความซับซ้อนน้อย เช่นการวัดความชื้น อุณหภูมิ หรือค่า pH ในสารละลายชนิดต่างๆ แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานหลายชนิดได้อย่างกว้างขวาง ด้วยสาเหตุดังกล่าวทำให้ทั้ง Physical sensor และ Chemical sensor มีการศึกษาและพัฒนาในระดับโลกมาเป็นระยะเวลานาน มีความก้าวหน้าและการแข่งขันเทคโนโลยีเชิงวิชาการสูง ในมุมของการแข่งขันด้านอุตสาหกรรม พบว่ามีการผลิตวัสดุอุปกรณ์เหล่านี้ในปริมาณมากด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ดังนั้นโอกาสที่ผู้พัฒนารายใหม่ เช่นประเทศไทย จะสามารถแข่งขันหรือเข้าไปมีส่วนแบ่งทางการตลาดนั้นจึงเป็นไปได้ยาก ยกเว้นกรณีการหาตลาดที่มีความต้องการเฉพาะด้าน (Niche market) เท่านั้น

แตกต่างไปจากกรณีของตัวตรวจวัดประเภท Biosensor ซึ่งรวมถึงการตรวจวัดในเชิงชีวภาพ และชีวเคมี ซึ่งมีความซับซ้อนและความแม่นยำสูง เนื่องจากปัจจัยความสำเร็จอย่างหนึ่งของการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวนี้คือ การพัฒนาสารชีวภาพที่มีความจำเพาะกับสารเป้าหมายที่ต้องการตรวจวัด และกระบวนการผลิต ซึ่งคุณสมบัติของสารชีวภาพที่พัฒนาขึ้นโดยส่วนใหญ่ ยังมีลักษณะเฉพาะตัวค่อนข้างมาก ไม่สามารถลอกเลียนแบบได้โดยง่าย ประกอบกับต้นทุนสะสมในองค์ความรู้พื้นฐานเชิงวิชาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ และระบบการตรวจวัด และขีดความสามารถที่สูงของนักวิจัยในสาขาดังกล่าว ทำให้ Biosensor มีโอกาสประสบความสำเร็จในการแข่งขันเพื่อต่อยอดผลงานวิจัยจากห้องปฏิบัติการ ไปเป็นผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

โดยสรุปทิศทางงานวิจัยในประเทศไทยสำหรับเทคโนโลยีเซนเซอร์ที่ผ่านมา จึงได้มุ่งเน้นการพัฒนาใน 2 ส่วนคือ Physical sensor ที่มีความต้องการเฉพาะด้าน สำหรับอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ และอีกส่วนคือการพัฒนา Biosensor เพื่อการตรวจวิเคราะห์ หรือตรวจวินิจฉัยเป็นสำคัญ

ในขณะที่ทิศทางการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบสมองกลแบบฝังตัว หรือสมองกลอัจฉริยะ ของประเทศไทยนั้น จะมุ่งเป้าเพื่อตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ในการปรับตัวจากโครงสร้างที่พึ่งพาแรงงาน (Labor Intensive Industry) ไปสู่โครงสร้างที่พึ่งพาเทคโนโลยี (Technology Intensive Industry) เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับตัวผลิตภัณฑ์การพัฒนาจะประกอบไปด้วยในส่วนทั้งที่เป็นฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ ทั้งนี้เพื่อเน้นการประยุกต์ใช้โดยอาศัยการควบคุมผ่านตัวตอบสนอง (Actuator), ส่วนที่เกี่ยวกับการติดต่อสื่อสาร (Network & Protocol) และส่วนที่จัดการด้านพลังงาน (Power Management) เป็นหลัก

1.1 ความสำคัญของเทคโนโลยีเซนเซอร์และระบบอัจฉริยะต่อประเทศไทย

เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการดำเนินงาน โปรแกรมเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ จึงได้จัดทำแผนการดำเนินงานปี 2559 เพื่อรองรับการพัฒนาศักยภาพงานวิจัย ความเชี่ยวชาญ รวมทั้งความพร้อมด้านบุคลากร สถานที่ และเทคโนโลยี ตลอดจนโครงการสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเชื่อมโยงการพัฒนาต้นแบบไปสู่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ และพัฒนาระบบการบริหารจัดการที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมต่างๆที่สำคัญของประเทศ

บทที่ 2: ผลงานที่มีมาก่อนของโปรแกรมเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ

ที่ผ่านมานั้น ทาง สวทช. เป็นหน่วยงานหนึ่งที่เป็นกำลังสำคัญ ในการพัฒนาบุคลากร องค์ความรู้ รวมถึงนวัตกรรมทั้งทางด้านอุปกรณ์เซนเซอร์ (sensing device) และระบบสมองกลอัจฉริยะ (intelligent system) เพื่อเตรียมความพร้อมในการนำไปประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมต่างๆของประเทศ อาทิเช่น

- การวิจัยและพัฒนา

<u>อุตสาหกรรมการเกษตรและอาหาร</u>

1. Biosensor/Chemical sensor technology ตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์: โปรแกรมให้การสนับสนุนการพัฒนา ทั้งสารชีวภาพ (แอนติบอดี) และต้นแบบเทคโนโลยีการตรวจวัดประเภทต่างๆ เช่น
    - Bead Array technology เพื่อทดสอบเชื้อก่อโรคหลายชนิดในการตรวจครั้งเดียว มุ่งเน้นในกลุ่มเมล็ดพันธุ์ โดยมีคุณสมบัติในการตรวจเชื้อพร้อมกันครั้งละ 3-5 ชนิดในคราวเดียว ซึ่งปัจจุบันรองรับการตรวจเชื้อหลายกลุ่มเช่น Aac topovirus และ potyvirus เป็นต้น
    - การประยุกต์ใช้อนุภาคแม่เหล็ก และแอนติบอดีติดฉลากในการเพิ่มความไว และลดระยะเวลารวมในการตรวจคัดกรองเชื้อ Aac ที่ก่อโรคในเมล็ดแตง
    - Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) เพื่อตรวจคัดกรองโรคติดเชื้อหลายชนิดในกุ้ง ปลา ซึ่งเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศเป็นต้น
2. ระบบ Precision technology สำหรับการเกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้ทรัพยากร: โปรแกรมมีแผนงานมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเกษตรแบบแม่นยำสูงในพืช และสัตว์เศรษฐกิจ เช่น
    - ระบบบริหารจัดการน้ำในแปลงปลูกอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยเทคโนโลยีเซนเซอร์ในการตรวจวัดคุณสมบัติดิน เช่น ความชื้น อุปกรณ์ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ บูรณาการร่วมกับระบบอัจฉริยะ มีการรับ-ส่งข้อมูล ในลักษณะเครือข่ายไร้สาย เพื่อทำฐานข้อมูลสนับสนุนแผนบริหารจัดการน้ำในไร่อ้อยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
    - เทคโนโลยีเซนเซอร์ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ สำหรับการตรวจวัดและบริหารจัดการคุณภาพน้ำ การให้อาหาร และระบบควบคุมเครื่องให้อากาศแบบอัตโนมัติ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากโครงการวิจัย ทำให้สามารถบริหารจัดการและควบคุมต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ลดการใช้พลังงานสิ้นเปลืองจากเครื่องตีน้ำ หรือการควบคุมปริมาณอาหารที่ให้ในบ่อได้อย่างเหมาะสมเป็นต้น
    - เทคโนโลยีการแปลงเพศปลาด้วยการใช้ไฟฟ้าชนิดพลัสส์ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแปลงเพศปลาจากเดิมในระดับ 50% เป็น 80% ลดการขั้นตอน ระยะเวลา ปริมาณสารเคมีที่ใช้ ซึ่งทำให้เกษตรกลุ่มฟาร์มเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ ลดค่าใช้จ่าย และลดปริมาณสารตกค้างในปลาและสิ่งแวดล้อมได้

<u>อุตสาหกรรมด้านการตรวจประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม</u>

- เทคโนโลยีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านสิ่งแวดล้อม: โปรแกรมได้ให้การสนับสนุนการสังเคราะห์อนุภาคนาโน เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักชนิดตะกั่ว และอื่นๆ รวมไปถึงโครงการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดอนุภาคฝุ่นละออง โดยใช้หลักการทางไฟฟ้า รองรับการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคได้ในช่วง 1 ไมโครเมตร ถึง 10 ไมโครเมตร ที่สอดคล้องกับข้อกำหนดกรมควบคุมมลพิษ ปัจจุบันเครื่องต้นแบบวัดอนุภาคฝุ่นได้ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่ภาคเอกชนเพื่อผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป การเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าว จะมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างความตระหนักต่อผลกระทบที่เกิดจากความเปลี่ยนสภาพแวดล้อมของประเทศ

<u>อุตหสากรรมด้านสุขภาพและการแพทย์</u>

- เทคโนโลยีการพัฒนาชุดตรวจวิเคราะห์ หรือวินิจฉัยโรค: โปรแกรมได้ให้การสนับสนุนเทคโนโลยีการตรวจวินิจฉัยเชื้อมาลาเรียจากภาพ อุปกรณ์ตรวจคัดกรองโรคต้อหินชนิดมุมปิด การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ระดับคลอเรสเตอรอล รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Lenless Holographic Image Analysis เพื่อการแสดงผลและนับจำนวนตะกอนประเภทต่างๆ ในตัวอย่างปัสสาวะ เป็นต้น

- การถ่ายทอดเทคโนโลยี

  ผลงานใน SPA 2 ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี เช่น

- เครื่องวัดขนาดอนุภาคฝุ่น ถ่ายทอดให้บริษัท เฟบิกซ์ อินเตอร์เนชันแนล จำกัด
- ชุดน้ำยา LAMP ในการตรวจโรคสัตว์น้ำ ถ่ายทอดให้บริษัท บริษัท โมบิลิสออโตมาต้า จำกัด

บทที่ 3: ยุทธศาสตร์การวิจัยโปรแกรมเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ

<u>กลุ่มเป้าหมายของโปรแกรม</u>

ในระดับ สวทช. กลุ่มเป้าหมายหลักของโปรแกรมเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ คือผู้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเซนเซอร์และระบบสมองกลจากโปรแกรมต่างๆ ได้แก่ คลัสเตอร์มุ่งเป้า ซึ่งประกอบด้วยคลัสเตอร์การเกษตรและอาหาร คลัสเตอร์พลังงานและสิ่งแวดล้อม รวมถึงคลัสเตอร์สุขภาพและการแพทย์ คลัสเตอร์ทรัพยากร ชุมชน และผู้ด้อยโอกาส และคลัสเตอร์อุตสาหกรรม จำนวนทั้งสิ้น 5 คลัสเตอร์

ในระดับประเทศ กลุ่มเป้าหมายหลักของโปรแกรมเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ คือผู้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเซนเซอร์และระบบสมองกล เช่นหน่วยงานภาครัฐ และบริษัทเอกชนที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงสาธารณสุข, กรมปศุสัตว์, กรมวิชาการเกษตร, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ภาคเอกชนผู้ผลิตเซนเซอร์ และระบบสมองกลอัจฉริยะ, ภาคเอกชนที่ให้บริการด้านเทคโนโลยีเซนเซอร์ เพื่อการตรวจวัดต่างๆ

การวิเคราะห์ SWOT

จุดแข็ง(Strengths)	**โอกาส(Opportunities)**
S1 สวทช. โดยศูนย์แห่งชาติทั้ง 4 ศูนย์ และเครือข่ายวิจัยในมหาวิทยาลัยมีความพร้อมด้านบุคลากร และห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์ และระบบสมองกลอัจฉริยะ ซึ่งเป็นกำลังหลักในการพัฒนาองค์ความรู้ ทั้งในส่วนของเทคโนโลยีการพัฒนาสารชีวภาพ (โปรตีน และ DNA) ทรานส์ดิวเซอร์ (ทั้ง Electrochemical, Mass และ Photonic) การตรึงสารชีวภาพด้วยพันธะชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านเซนเซอร์ ให้มีประสิทธิภาพ **S2** มีบุคลากรที่มีประสบการณ์ ในการนำองค์ความรู้ ด้านฮาร์ดแวร์ในการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ และด้านซอฟแวร์ระบบสมองกลอัจฉริยะ เพื่อมาเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ประเภทต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ ติดตาม และควบคุม อีกทั้งมีศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (TMEC) ซึ่งรองรับการขยายฐานการผลิต และนำเทคโนโลยีต้นแบบเข้าสู่ระดับอุตสาหกรรมอย่าง	**O1** คลัสเตอร์การเกษตรและอาหาร ของ สวทช. มีแผนงานซึ่งสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชให้ปลอดโรค จึงมีความต้องการเทคโนโลยีในการตรวจคัดกรองเชื้อก่อโรค ที่สามารถตรวจได้จำนวนครั้งละมากๆ ให้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง ย่นระยะเวลาการตรวจด้วยวิธีมาตรฐานจากเดิมให้มากที่สุด เพื่อเพิ่มโอกาสในการส่งออกผลิตภัณฑ์ไปยังตลาดโลก **O2** คลัสเตอร์การเกษตรและอาหาร ของ สวทช. ให้การสนับสนุนแนวทาง การนำเทคโนโลยีด้านเซนเซอร์ และระบบสมองกลอัจฉริยะไปใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจมากขึ้น เพื่อต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง ซึ่งช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิต (Precision agriculture technology) **O3** อุตสาหกรรมการแพทย์และสาธารณสุข สวทช. มีกลุ่มนักวิจัยด้านเซนเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีความร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับแพทย์ในสถานพยาบาลในที่ต่างๆ สามารถพัฒนาเทคโนโลยีในลักษณะ Mobile/portable medical device เพื่อลดภาระการทำงานของแพทย์

ครบวงจร **S3** ที่ผ่านมา สวทช. ได้ให้การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านเซนเซอร์ และระบบสมองกลอัจฉริยะมาอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีบุคลากรที่มีประสบการณ์และองค์ความรู้ ซึ่งสามารถนำมาต่อยอดในแผนงานใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	ผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงเทคโนโลยีการตรวจโรคต่างๆที่มีความสำคัญ **O4** ปัจจุบันนโยบายของภาครัฐ สนับสนุนให้อุตสาหกรรมในประเทศใช้นตวัตกรรมที่พัฒนาโดยคนไทย เช่น การริเริ่มกลไกการขึ้นทะเบียนนวัตกรรมไทย หรือการงดเว้นภาษีให้ภาคเอกชนที่สนับสนุนงานวิจัย เป็นต้น
ภาวะภัยคุกคาม(Threats) **T1** เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมาก และต้องการการลงทุนสูง รวมถึงการนำเข้าผลิตภัณฑ์ (Product) ที่พร้อมใช้จากต่างประเทศ เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งเป็นประเทศที่มีขีดความสามารถในการผลิตสูงและมีค่าแรงต่ำ ทำให้ผลิตได้ราคาต่ำ	**จุดอ่อน(Weaknesses)** **W1** ยังต้องได้รับการปรับปรุงมาตรฐานในการผลิตจากต้นแบบ ไปสู่ภาคอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นและการยอมรับจากผู้ใช้ **W2** อุตสาหกรรมขนาดย่อมในภาคการผลิต ยังต้องได้รับการผลักดันให้เกิดการยกระดับความสามารถในด้านการวิจัยและพัฒนา เพื่อให้สามารถรับถ่ายทอดเทคโนโลยีจากงานวิจัยไปสู่ระดับการผลิตเชิงพาณิชย์ได้อย่างยั่งยืน

เป้าหมายและกลยุทธ์โดยรวมของโปรแกรม

เป้าหมาย

จากการวิเคราะห์ SWOT analysis พบว่า สวทช. มีจุดแข็ง และมีโอกาสประสบความสำเร็จในการพัฒนาสารชีวภาพ หรือการสังเคราะห์โมเลกุลด้านเคมีชนิดต่างๆ และระบบการตรวจวัดของไบโอเซนเซอร์ หรือเคมีเซนเซอร์ ร์สำหรับใช้ในระดับอุตสาหกรรมทางการเกษตรและอาหารได้ ความก้าวหน้าของการพัฒนาระบบสมองกลแบบฝังตัว หรือระบบอัจฉริยะอื่นๆ ยังสามารถก่อให้เกิดระบบการควบคุมโดยอัตโนมัติที่แม่นยำมากขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในงานประเภทต่างๆได้ ทั้งนี้จากข้อมูลดังกล่าว โปรแกรมจึงนำมากำหนดเป้าหมายโดยรวม ดังนี้

ภายในปี 2564 โปรแกรมวิจัยฯ สามารถส่งมอบเทคโนโลยีเซนเซอร์และระบบอัตโนมัติ ที่มีความพร้อมของเทคโนโลยี (Technology Rediness Level) มากกว่าระดับ 7 พร้อมรายงานการทดสอบเทคโนโลยีในภาคสนาม โดยก่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่ภาครัฐ หรือเอกชนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนั้นๆ โดยมีวัตถุประสงค์การนำไปใช้เพื่อตรวจวัดวิเคราะห์ ติดตามและแสดงผลแบบต่อเนื่อง การทำนายผล หรือการควบคุมแบบอัตโนมัติ ในโจทย์การวิจัยฯที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมหลักของประเทศ ได้แก่กลุ่มเกษตรและอาหาร สิ่งแวดล้อม และสุขภาพการแพทย์

กลยุทธ์

การหาโจทย์วิจัย

ดำเนินการหารือร่วมกับโปรแกรมต่างๆ ในคลัสเตอร์มุ่งเป้าทั้ง 5 ชุดโปรแกรม Cross cutting technology Platform technology และ ITAP เพื่อให้ได้มาซึ่งโจทย์วิจัยที่ตอบสนองแผนงานของฝ่ายต่างๆได้อย่างเหมาะสม และร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐบาล หรือเอกชน ในการผลักดันให้เกิดองค์ความรู้ และผลิตภัณฑ์ ที่ตอบสนองต่อโจทย์วิจัยดังกล่าว

การกำหนดคุณสมบัติของต้นแบบ

ดำเนินการหารือร่วมกับผู้รับถ่ายทอด/ ผู้ใช้ผลงาน หรือดำเนินการร่วมวิจัยกับหน่วยงานภาครัฐ หรือบริษัทเอกชนที่สนใจจะรับถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้นๆ อย่างต่อเนื่อง

การทดสอบต้นแบบภาคสนาม

ดำเนินการประสานงานกับคลัสเตอร์ และ Stakeholder ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีการทดสอบประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบในภาคสนาม ก่อนนำไปออกสู่ภาคอุตสาหกรรม

การขยายผลไปสู่ภาคอุตสาหกรรม

ดำเนินการประสานความร่วมมือ และ วางแผนงานร่วมกับ NSTDA commercialization groupในการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับหน่วยงาน หรือบริษัทเอกชนที่เหมาะสม

การพัฒนากำลังคนและบุคลากร

ดำเนินการร่วมกับพันธมิตร เพื่อให้การสนับสนุนพันธกิจการพัฒนากำลังคนและบุคคลากรด้านเทคโนโลยีเซนเซอร์และระบบสมองกลอัจฉริยะ

แผนการดำเนินงาน

ด้านการวิจัยและพัฒนา

<u>แผนงานที่ 1</u>: การพัฒนา Bio-electronics และ Chemical-electronics sensor ที่สามารถระบุผู้ใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีได้ชัดเจน เพื่อส่งมอบในระดับความพร้อมของเทคโนโลยีระดับ 7 เป็นต้นไป (TRL7+)

<u>เป้าหมาย</u>

WIG

การส่งมอบเทคโนโลยี Microfluidics Lab-on-chip ระดับ TRL 7 พร้อมรายงานการทดสอบภาคสนาม เพื่อใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยด้านสุขภาพการแพทย์ อย่างน้อย 1 ชนิด ภายในปี 2564

<u>ที่มา/ปัญหา/ความสำคัญ</u>

ภายใต้บันทึกความเข้าใจ (MOU) ระหว่างมหาวิทยาลัยมหิดล โดยคณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล และ สวทช. โดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ เพื่อร่วมกันวิจัยและพัฒนางานที่ตรงกับทิศทางและตอบสนองต่อความต้องการทางด้านการแพทย์ของประเทศ และประเทศในกลุ่ม AEC สร้างความเป็นเลิศและพัฒนาองค์ความรู้ และผลักดันให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยได้อย่างแท้จริง

<u>ผลงานส่งมอบ</u> <u>(X to Y By When)</u>	<u>แนวทางดำเนินการ</u>	<u>กลุ่มเป้าหมาย/</u> <u>พื้นที่เป้าหมาย</u>	<u>ผลกระทบ</u> <u>ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น</u>
Microfluidics Chip สำหรับตรวจคัดกรองพยาธิชนิดต่างๆ (TRL7+) (62)	พัฒนาชุดตรวจที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับแนวปฏิบัติการตรวจคัดกรองพยาธิในแรงงานต่างด้าว	คลินิกตรวจคัดกรองแรงงานต่างด้าว	ลดค่าใช้จ่ายในการตรวจคัดกรองพยาธิ และส่งเสริมโอกาสทางธุรกิจด้านชุดตรวจ
Microfluidics Chip สำหรับตรวจคัดกรองโรค NMO (TRL5+) (63)	พัฒนาชุดตรวจโรค NMO	คณะแพทยศาสตร์ รพ.ศิริราชพยาบาล	เพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวินิจฉัย ลดการวินิจฉัยโรคคลาดเคลื่อนจากโรคทางสมองที่มีอาการใกล้เคียงกัน

<u>แผนงานที่ 2</u>: การพัฒนา Sensor-Electronics devices (non-Bio/Chemical) ที่สามารถระบุผู้ใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีได้ชัดเจน เพื่อส่งมอบในระดับความพร้อมของเทคโนโลยีระดับ 7 เป็นต้นไป (TRL7+)

<u>เป้าหมาย</u>

<u>WIG 1</u>

การส่งมอบเครื่องมือที่ใช้หลักการสนามไฟฟ้า และเทคโนโลยี Electroporation and Pulsed Electric Fields ระดับ TRL 7พร้อมรายงานการทดสอบภาคสนาม เพื่อประยุกต์ใช้ประโยชน์ด้านการตรวจวิเคราะห์ ทั้งอุตสาหกรรมเกษตร-อาหาร และสิ่งแวดล้อม อย่างน้อย 1 ชนิด ภายในปี 2564

<u>ที่มา/ปัญหา/ความสำคัญ</u>

เทคนิคสนามไฟฟ้าพัลส์ ได้แสดงให้เห็นว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้หลายชนิด เช่น ใช้ในการให้ประจุเพื่อจำแนกขนาดอนุภาคฝุ่น ในอุตสาหกรรมการเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อม หรือใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลลินทรีย์ เพื่อยืดอายุผลิตภัณฑ์ในการอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร หรือตัวอย่างในการใช้เพื่อให้เกิด electroporation effect เพื่อประยุกต์ใช้ในการการแปลงเพศพ่อมแม่พันธุ์สัตว์น้ำให้ตรงตามความต้องการของฟาร์มเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

<u>ผลงานส่งมอบ</u> <u>(X to Y By When)</u>	<u>แนวทางดำเนินการ</u>	<u>กลุ่มเป้าหมาย/</u> <u>พื้นที่เป้าหมาย</u>	<u>ผลกระทบ</u> <u>ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น</u>
ระบบการจำแนกขนาดและตรวจติดตามอนุภาคฝุ่นที่ผ่านการทดสอบภาคสนาม สอดคล้องกับมาตราฐาน US EPA (TRL8) (61)	ทดสอบภาคสนามต้นแบบเพื่อให้ได้ข้อมูลสอดคล้องกับมาตราฐานร่วมกับบริษัทเอกชนที่รับถ่ายทอดเทคโนโลยี พร้อมทั้งหาพันธมิตรที่สนใจใช้งาน	ชุมชนระดับท้องถิ่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิต กรมควบคุมมลพิษ นิคมอุตสาหกรรม	สนับสนุนธุรกิจด้านการตรวจเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม (ฝุ่น)
ระบบการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสำหรับอุตสาหกรรม (TRL7) (63)	พัฒนาระบบการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้สำหรับอุตสาหกรรมโดยใช้เทคนิคสนามไฟฟ้าพัลส์	อุตสาหกรรมระดับชุมชนหรือ SME ที่เกี่ยวข้อง	สนับสนุนธุรกิจด้านเครื่องมือในอุตสาหกรรมอาหาร สนับสนุนอุตสาหกรรมอาหาร ให้มีเทคโนโลยีช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์แบบไม่ใช้ความร้อน (non-themal)

เครื่องมือ และระบบแปลงเพศปลานิลด้วยเทคนิคไฟฟ้า (TRL8) (63)	ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานอุปกรณ์ให้กระแสไฟฟ้าเพื่อแปลงเพศไข่ปลานิล	บริษัทเพาะพ่อ-แม่พันธุ์สัตว์น้ำเพื่อจัดจำหน่าย	สนับสนุนเทคโนโลยีที่ช่วยลดเวลา ลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการแปลงเพศปลานิล

WIG 2

การส่งมอบเครื่องมือตรวจคัดกรองความผิดปกติด้านสายตาแบบอัตโนมัติ ที่วิธีวิเคราะห์จากภาพถ่ายมุมสายตา ระดับ TRL 7 ที่ผ่านการทดสอบมาตรฐานอุปกรณ์การแพทย์ และมีผลการทดสอบใช้งานระดับคลินิกในสถานพยาบาลมากกว่า 2 แห่ง ภายในปี 2564

ที่มา/ปัญหา/ความสำคัญ

ปรับปรุงประสิทธิภาพ ทดสอบมาตรฐาน และขยายผลการใช้เครื่องมือตรวจคัดกรองความผิดปกติด้านสายตาแบบอัตโนมัติ โดยมุ่งเน้นโรคสายตาที่พบมากในประชากรไทย เช่น โรคต้อหิน เป็นต้น รวมทั้งพัฒนาระบบเทคโนโลยีระบบตรวจตาแบบทางไกล เพื่อเพิ่มการเข้าถึงในการรับบริการด้านสาธารณสุข

ผลงานส่งมอบ (X to Y By When)	แนวทางดำเนินการ	กลุ่มเป้าหมาย/ พื้นที่เป้าหมาย	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น
รายงานผลการทดสอบเครื่องตรวจคัดกรองโรคทางสายตาแบบอัตโนมัติตามมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ และทดสอบภาคสนามใน รพ.อย่างน้อย 2 แห่ง (TRL7) (63)	จัดประชุมเพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสมกับจักษุแพทย์และหน่วยงานที่ทำหน้าที่ให้การทดสอบและรับรองมาตรฐานเครื่องมือแพทย์	จักษุแพทย์	เพิ่มการเข้าถึง และประสิทธิภาพการตรวจคัดกรองโรคทางสายตา (โดยเฉพาะต้อหินชนิดมุมปิด)
ต้นแบบระบบควบคุมอุปกรณ์การถ่ายภาพอัตโนมัติสนับสนุนการให้บริการแพทย์ทางไกล (TeleMedicine) โรคทางสายตา (TRL5) (63)	ปรับปรุงประสิทธิภาพต้นแบบที่มีอยู่เดิม และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานในภาคสนาม	รพ.ระดับกลาง ที่ต้องการพัฒนาการให้บริการตรวจคัดกรองทางสายตา	เพิ่มการเข้าถึง และประสิทธิภาพการตรวจคัดกรองโรคทางสายตา (โดยเฉพาะต้อหินชนิดมุมปิด)

<u>แผนงานที่ 3</u>: การพัฒนาฐานข้อมูล และเครือข่ายอุปกรณ์เซนเซอร์อัจฉริยะ เช่น ระบบเชื่อมโยง หรือประมวลผล หรือ ควบคุมแบบอัตโนมัติ ที่สามารถระบุผู้ใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีได้ชัดเจน เพื่อส่งมอบในระดับความพร้อมของเทคโนโลยีระดับ 7 เป็นต้นไป (TRL7+)

<u>เป้าหมาย</u>

<u>WIG</u>

การส่งมอบระบบการติดตามคุณภาพน้ำ ระบบการควบคุมเครื่องให้อากาศ และระบบการให้อาหารสัตว์แบบอัตโนมัติ ระดับ TRL 7 พร้อมรายงานการทดสอบภาคสนาม เพื่อประยุกต์ใช้ประโยชน์ฟาร์มสัตว์น้ำเศรษฐกิจอย่างน้อย 1 ชนิด ภายในปี 2564

<u>ที่มา/ปัญหา/ความสำคัญ</u>

พัฒนา S&T สนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนา 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) ภาคการเกษตร ในเรื่องนวัตกรรมด้านการผลิตสู่การเกษตรแม่นยำสูง (Precision Agriculture) ใช้เครือข่ายเซนเซอร์ ระบบการสื่อสาร(ไร้สาย) ร่วมกับระบบสมองกลแบบฝังตัว ทำให้การเกษตรมีประสิทธิภาพมากขึ้นและฉลาดมากขึ้น เพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคในระยะต่อไป

(ทีมา: แผนยุทธศาตร์ 20 ปี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

<u>ผลงานส่งมอบ</u> <u>(X to Y By When)</u>	<u>แนวทางดำเนินการ</u>	<u>กลุ่มเป้าหมาย/</u> <u>พื้นที่เป้าหมาย</u>	<u>ผลกระทบ</u> <u>ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น</u>
ระบบการติดตามคุณภาพน้ำ ระบบการควบคุมเครื่องให้อากาศ และระบบการให้อาหารสัตว์แบบอัตโนมัติ <u>(กลุ่มการเลี้ยงกุ้ง)</u> ที่ติดตั้งและใช้งานแล้ว มากกว่า 1 แห่ง (TRL7) (63)	ปรับปรุงและ ขยายผลต้นแบบระบบการตรวจวัด และควบคุมอัตโนมัติ ให้ฟาร์มเลี้ยงเพื่อเป็นโมเดลในเก็บข้อมูล ใช้ในการประเมินผลในลักษณะ Big data ทางด้านการเพาะเลี้ยงกุ้ง	ฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้ง	เกษตรกร มีระบบอัตโนมัติ ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพ เฝ้าระวังสภาพการเลี้ยง ลดต้นทุน นักวิจัยมีข้อมูลเพื่อวิเคราะห์โจทย์วิจัยในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอัตโนมัติ

<u>แผนงานที่ 4</u>: พัฒนาความร่วมมือด้านวิชาการระหว่างนักวิจัยไทย และเซิร์น ในโครงการพัฒนาระบบติดตามภายใน(ITS)ของห้องปฏิบัติการไอออนหนัก อลิซ เซิร์น และโครงการพัฒนาระบบควบคุมการประมวลผลคอมพิวเตอร์ O^2

<u>เป้าหมาย</u>

<u>WIG</u>

ส่งมอบผลงานและพัฒนาความร่วมมือด้านวิชาการระหว่างนักวิจัยไทย และเซิร์น ในโครงการพัฒนาระบบติดตามภายใน(ITS)ของห้องปฏิบัติการไอออนหนัก อลิซ เซิร์น และโครงการพัฒนาระบบควบคุมการประมวลผลคอมพิวเตอร์ O2 ให้เป็นไปตามแผนของเซริ์น ภายในปี 2564

<u>ที่มา/ปัญหา/ความสำคัญ</u>

เริ่มต้นจากบันทึกความร่วมมือ (MOU) ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารีและ ALICE ที่ลงนาม ณ วังสระปทุม เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2555 ระหว่างนักวิจัยไทยจาก 4 สถาบัน อันประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้พิจารณาถึงความพร้อม ศักยภาพ ตลอดจนความเชี่ยวชาญที่มีแล้วเห็นตรงกันว่าเป็นโอกาสที่สามารถยกระดับงานวิจัยของไทยไปสู่เวทีระดับนานาชาติ ในองค์กรระดับโลกเช่น CERN ได้ จึงตัดสินใจเข้าร่วมโครงการเพื่อปรับปรุงสมมรรถนะของหัววัด ITS (Inner Tracking System) ซึ่งเป็นระบบหนึ่งที่อยู่ชั้นในสุดใกล้กับท่อลำเลียงอนุภาคของโปรเจค ALICE โดยมีการปฏิบัติงานวิจัยร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนนักวิจัยและนักศึกษา เรื่อยมาตั้งแต่ ปี พ.ศ 2555 จนได้รับการยอมรับจาก อลิซ ให้เป็นผู้รับผิดชอบในการวิจัยและพัฒนาในหัวข้อต่าง ๆ

<u>ผลงานส่งมอบ</u> <u>(X to Y By When)</u>	<u>แนวทางดำเนินการ</u>	<u>กลุ่มเป้าหมาย/</u> <u>พื้นที่เป้าหมาย</u>	<u>ผลกระทบ</u> <u>ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น</u>
การออกแบบและการจำลองการทำงานของเซนเซอร์ ที่จะวัดอนุภาคไฮเปอร์ตริตอนและแลมบ์ดาซี (มทส.) (TRL8) (64)	ร่วมประชุมและรายงานผลต่อกลุ่มทำงาน ALICE ITS Upgrade และ O2 ของเซิร์น ทุกๆ 6 เดือน	กลุ่มนักวิจัย ALICE ของเซิร์น	ยกระดับงานวิจัยของไทยไปสู่เวทีระดับนานาชาติ
รายงานผลการทดสอบสมบัติของแผ่นเวเฟอร์ ว่ามีคุณสมบัติตรงตามความต้องการและสามารถนำไปใช้ผลิตเซนเซอร์ ต้นแบบ dummy chip และ ต้นแบบ silicon cooling microchannel (TMEC) (TRL8) (64)			
สถานีทดลองลำอนุภาค ที่สามารถลด			

จำนวนอิเล็กตรอนจาก ได้น้อยกว่า 10^3 อิเล็กตรอนต่อ 1 รอบ (ซินโครตรอน) (TRL8) (64)			
รายงานผลการติดตั้ง และทดสอบการใช้งานระบบ Control-Configuration-Monitoring ในโครงการ O2 ที่เซิร์น (มจธ.) (TRL8) (64)			