



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการวิเคราะห์สิทธิบัตร การทำแผนที่สิทธิบัตร และแผนกลยุทธ์ในการ
พัฒนาไบโอเซนเซอร์สำหรับเทคโนโลยีฉลาดเพื่อการบริการทางสาธารณสุข

โดย ดร.วรจิตต์ เศรษฐพรรค และคณะ

กรกฎาคม 2561

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการการวิเคราะห์สิทธิบัตร การทำแผนที่สิทธิบัตร และแผนกลยุทธ์ในการพัฒนา
ไบโอเซนเซอร์สำหรับเทคโนโลยีฉลาดเพื่อการบริการทางสาธารณสุข

คณะผู้จัดทำ

ดร.วรจิตต์ เศรษฐพรรค

Mr. Leif Sloan

สังกัด

วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยี
ชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Aptivest Private Limited

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

	หน้า
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
2. เทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ และ หุ่นยนต์ทางการแพทย์ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ประเภทช่วยผ่าตัด	3
2.1 การวิเคราะห์สิทธิบัตร	6
2.2 การวิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทย	18
2.3 หลักเกณฑ์ กฎระเบียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง	19
3. เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการพัฒนาตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพ	21
3.1 การวิเคราะห์สิทธิบัตร	22
3.2 การวิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทย	31
3.3 หลักเกณฑ์ กฎระเบียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง	34
4. เทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ	35
4.1 การวิเคราะห์สิทธิบัตร	35
4.1.1 เทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ	35
4.1.1 เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี	40
4.1.2 จมูกอิเล็กทรอนิกส์	46
4.1.3 ไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ	52
4.2 การวิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทย	58
4.3 หลักเกณฑ์ กฎระเบียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง	60
5. แผนกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีฉลาดเพื่อบริการทางสาธารณสุข	61
5.1 การวางกรอบเป้าหมายและผลกระทบของเทคโนโลยีฉลาดเพื่อบริการทางสาธารณสุข	61
5.2 การวิเคราะห์ SWOT ด้านเทคโนโลยีฉลาดเพื่อให้บริการทางสาธารณสุข	62
5.3 แผนกลยุทธ์ในการสนับสนุนทุนวิจัยด้านเทคโนโลยีฉลาดเพื่อให้บริการทางสาธารณสุข	63
เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	71

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 จำนวนสิทธิบัตรที่ตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด ในช่วงปี 2542-2560	7
รูปที่ 2.2 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตร ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัดจำแนกตามผู้ขอรับสิทธิบัตร	8
รูปที่ 2.3 WorkSense w-01	8
รูปที่ 2.4 Telepresence robot	8
รูปที่ 2.5 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตร ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด จำแนกตามผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก	9
รูปที่ 2.6 เทคโนโลยีหุ่นยนต์มาใช้ในการดูแลผู้ป่วยและผู้สูงอายุ	10
รูปที่ 2.7 Bliss หุ่นยนต์ช่วยบำบัดอาการผู้ป่วยออทิสติก	10
รูปที่ 2.8 ศูนย์วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติของประเทศไทย	11
รูปที่ 2.9 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตร ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด จำแนกตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์	12
รูปที่ 2.10 กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด จำแนกตาม DWPI classification	14
รูปที่ 2.11 แผนที่ Theme scape ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด	15
รูปที่ 2.12 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์	16
รูปที่ 2.13 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ จำแนกตามประเภทของหุ่นยนต์	17
รูปที่ 2.14 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของไทยที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ จำแนกตามหน่วยงานที่ยื่นขอรับสิทธิบัตร	17
รูปที่ 2.15 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด	18
รูปที่ 2.16 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด จำแนกตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย	19
รูปที่ 3.1 AI, Machine learning และ deep learning	21
รูปที่ 3.2 การนำปัญญาประดิษฐ์ไปใช้ประโยชน์ด้านการดูแลสุขภาพ	22
รูปที่ 3.3 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ ในช่วงปี 2542-2561	23

รูปที่ 3.4	จำนวนคำขอรับสิทธิบัตร จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก (บน) และ จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) จำแนกตามปีที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร (ล่าง)	24
รูปที่ 3.5	ระบบ Watson Health cloud	25
รูปที่ 3.6	จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตามผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก	26
รูปที่ 3.7	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์	27
รูปที่ 3.8	กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตาม DWPI classification	28
รูปที่ 3.9	แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์	30
รูปที่ 3.10	จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์	32
รูปที่ 3.11	จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย	33
รูปที่ 3.12	จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตามผู้เขียน	33
รูปที่ 4.1	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ ในช่วงปี 2542-2561	36
รูปที่ 4.2	จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก (บน) และจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) จำแนกตามปีที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร (ล่าง)	37
รูปที่ 4.3	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก	38
รูปที่ 4.4	จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามหน่วยงานที่ยื่นขอ	39
รูปที่ 4.5	Heat map ของจำนวนคำขอรับสิทธิบัตร จำแนกตามประเภทของเซนเซอร์ที่ถูกติดตั้งในหุ่นยนต์	40

รูปที่ 4.6	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพในช่วงปี 2542-2561	41
รูปที่ 4.7	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร 10 อันดับแรก	41
รูปที่ 4.8	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก	42
รูปที่ 4.9	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์	43
รูปที่ 4.10	แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ	45
รูปที่ 4.11	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ ในช่วงปี 2542-2561	46
รูปที่ 4.12	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก (บน) และจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) จำแนกตามปีที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร (ล่าง)	47
รูปที่ 4.13	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามประเทศผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก	48
รูปที่ 4.14	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามกลุ่มเทคโนโลยี	48
รูปที่ 4.15	แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ	51
รูปที่ 4.16	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพในช่วงปี 2542-2561	52
รูปที่ 4.17	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก (บน) และจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) จำแนกตามปีที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร (ล่าง)	53
รูปที่ 4.18	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก	54
รูปที่ 4.19	จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามกลุ่มเทคโนโลยี	55
รูปที่ 4.20	แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ	57

รูปที่ 4.21	จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ	58
รูปที่ 4.22	จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย	59
รูปที่ 4.23	จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้เขียน	59
รูปที่ 4.24	มาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำผลิตภัณฑ์ออกวางจำหน่าย	60

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนำมาใช้ในการดูแลสุขภาพ	3
ตารางที่ 2.2 คำสืบค้นและจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับ การดูแลสุขภาพและไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ประเภทช่วยผ่าตัด	6
ตารางที่ 2.3 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับ หุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด	13
ตารางที่ 2.4 คำสืบค้น (Key word) ที่ใช้ในการสืบค้นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ที่นำไปใช้ ประโยชน์ด้านการแพทย์	16
ตารางที่ 2.5 คำสืบค้นและจำนวนผลงานตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับ หุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด	18
ตารางที่ 2.6 มาตรฐานเครื่องมือแพทย์ทั่วโลก	20
ตารางที่ 3.1 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์	27
ตารางที่ 3.2 สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์กับการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพ	31
ตารางที่ 3.3 คำสืบค้นและจำนวนผลงานตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์	32
ตารางที่ 4.1 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ	43
ตารางที่ 4.2 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ	49
ตารางที่ 4.3 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ	55
ตารางที่ 4.4 คำสืบค้นและจำนวนผลงานตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ	58
ตารางที่ 4.5 ความแตกต่างระหว่าง ISO 15197:2003 และ ISO 15197:2013	60

บทคัดย่อ

รายงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์วิเคราะห์สิทธิบัตร และทำแผนที่สิทธิบัตรสำหรับเป็นข้อมูลในการกำหนดทิศทางและทำแผนกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีฉลาดเพื่อการบริหารทางสาธารณสุข โดย สกว. ซึ่งประกอบด้วยแพลตฟอร์มต่อไปนี้ 1) เทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ และ หุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ประเภทช่วยผ่าตัด 2) เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการพัฒนาตัวชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพ และ 3) เทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสถานะสุขภาพ การสืบค้นสิทธิบัตรทำการสืบค้นจากฐานข้อมูล Derwent innovation และสืบค้นสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศจากฐานข้อมูลของกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทย จากฐานข้อมูล Institute for Scientific Information (ISI) ผลการวิจัยพบว่าแนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตรทั่วโลกสำหรับเทคโนโลยีดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา และเมื่อสืบค้นข้อมูลในฐานสิทธิบัตรไทยพบว่ามีคำขอรับสิทธิบัตรยังไม่มากนัก ดังนั้นการความอิสระในการดำเนินการหรือการพัฒนาต่อยอดไปสู่เชิงพาณิชย์ในประเทศยังมีมาก และเมื่อสืบค้นผลงานวิจัยของนักวิจัยไทยพบว่านักวิจัยไทยมีศักยภาพในการวิจัยเทคโนโลยีเหล่านี้ แต่ทั้งหมดยังขาดการส่งเสริมและผลักดันให้งานวิจัยนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้ยังขาดการให้ทุนสนับสนุนในระยะยาว ข้อเสนอแนะเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเทคโนโลยีฉลาด เช่น การให้ทุนแบบระยะยาวและปริมาณสูงให้กับกลุ่มนักวิจัยที่มีพื้นฐานอยู่เดิม การจัดตั้งสถาบันปัญญาประดิษฐ์ที่ต้องตอบโจทย์ด้านการมีส่วนร่วมของนักวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ทุกคน การสร้างห้องทดลองภาคสนาม (living lab) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มกลางเพื่อทดสอบเทคโนโลยีและการยอมรับของเทคโนโลยี โดยให้ผู้ใช้งาน ผู้วางนโยบาย เอกชน และนักวิจัย มีส่วนร่วมในการออกแบบเทคโนโลยีร่วมกัน หรือที่เรียกว่า co-creation

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสังคมที่มีแนวโน้มประชากรในวัยสูงอายุเพิ่มมากขึ้น ซึ่งประชากรในกลุ่มนี้จะมีอายุยืนยาวขึ้นและต้องการการดูแลระยะยาวเพิ่มสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม การให้บริการในระบบโครงสร้างพื้นฐานทางสาธารณสุขของภาครัฐยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ และผู้สูงอายุบางส่วนประสบความยากลำบากในการเข้าถึงการใช้บริการทางสุขภาพ อีกทั้งปัจจุบันสัดส่วนบุคลากรทางการแพทย์ของประเทศไทยต่อประชากรอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นอัตราส่วนแพทย์ต่อประชากรเท่ากับ 1 ต่อ 4,200 คน ซึ่งโดยมาตรฐานโลกจะต้องมีอัตราส่วนของแพทย์ต่อประชากรเท่ากับ 1 ต่อ 1,500 คน นอกจากนี้ การกระจายแพทย์ที่ไม่เท่าเทียมกันทำให้พื้นที่ชนบทประสบปัญหาขาดแคลนบุคลากรทางการแพทย์มากยิ่งขึ้น¹ จากการสำรวจสุขภาพะของผู้สูงอายุไทย ปี 2556 พบว่าปัญหาสุขภาพของผู้สูงอายุที่สูงเป็นอันดับแรก คือ การเคลื่อนไหวร่างกาย (ร้อยละ 58) รองลงมา ได้แก่ ปัญหาการได้ยินหรือสื่อความหมาย (ร้อยละ 24) ด้านการมองเห็น (ร้อยละ 19) ด้านการเรียนรู้ (ร้อยละ 4) ด้านจิตใจ (ร้อยละ 3) และสติปัญญา (ร้อยละ 2) และยังพบว่าผู้สูงอายุเป็นโรคเรื้อรังที่เกิดจากพฤติกรรมกาาดำเนินชีวิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะสะสมมาเป็นเวลานาน (NCD, Non-communicable Diseases) โดยโรคที่มีอุบัติการณ์สูงที่สุด ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน ข้ออักเสบ/ข้อเสื่อม และภาวะอ้วน นอกจากนี้ยังพบว่าภาวะสมองเสื่อม (Dementia) ในผู้สูงอายุมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี²

ในประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศมีการเตรียมความพร้อมในการรับมือสำหรับสังคมผู้สูงอายุในด้านต่างๆ เช่นการปรับสภาพแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับผู้สูงอายุโดยเฉพาะ เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถดำรงชีวิตและช่วยเหลือตนเองได้นานที่สุด ซึ่งเป็นการช่วยลดภาระของภาครัฐในด้านค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลและการดูแลได้อีกทางหนึ่ง สำหรับประเทศไทย มีข้อได้เปรียบในการเป็นศูนย์กลางทางการแพทย์ (Medical Hub) ของภูมิภาคเอเชีย และนโยบายของรัฐบาลปัจจุบันมีเป้าหมายจะขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไปสู่ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” โดยใช้โมเดล “ประเทศไทย 4.0” ซึ่งมีกลุ่มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเป้าหมาย ประกอบด้วย 5 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ (Food, Agriculture & Bio-Tech) 2) กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ (Health, Wellness & Bio-Med) 3) กลุ่มเครื่องมืออุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม (Smart Devices, Robotics & Mechatronics) 4) กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่างๆ ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Digital, IoT, Artificial Intelligence & Embedded Technology) 5) กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และบริการที่มีมูลค่าสูง (Creative, Culture & High Value Services) ซึ่งหน่วยงานให้ทุนภายในประเทศ รวมถึง สกว. ได้มุ่งเพาะและสร้างบุคลากรทางการวิจัยที่สร้างองค์ความรู้ที่มีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้และเป็นนวัตกรรมด้านสาธารณสุขจำนวนมาก จึงเป็นข้อได้เปรียบในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการบริการด้านสาธารณสุข รวมถึงการพัฒนาเป็นหุ่นยนต์ช่วยเหลือทางการแพทย์และการดูแลรักษาผู้ป่วยเบื้องต้นได้จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ฝ่ายวิชาการ สกว. จึงได้ริเริ่มเพื่อให้เกิดโครงการ “ต้นแบบระบบ Robotics smart service สำหรับการให้บริการทางสาธารณสุข” เพื่อให้สอดคล้อง

กับยุทธศาสตร์การวิจัยของ สกว. (Strategic Research Issue, SRI) ในด้านการสร้างความเข้มแข็งของบุคลากรวิจัย เพื่อการวิจัยองค์ความรู้ใหม่และนวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ (SRI10) โดยมุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรมให้รองรับกับยุทธศาสตร์การวิจัยของ สกว. ด้านการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร (SRI9) โดยจะมีการสร้างเครือข่ายความร่วมมือและบูรณาการงานวิจัยร่วมกันระหว่างนักวิจัย สกว. หน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนร่วมกับหน่วยงานภาครัฐด้านสาธารณสุข เช่น กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานหลักประกันสุขภาพ (สปสช.) เป็นต้น เพื่อผลักดันให้เกิดการนำผลลัพธ์จากโครงการไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านสาธารณสุขของประเทศไทยอย่างเป็นรูปธรรม

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อผลักดันให้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Product champion) อันจะเป็นผลิตภัณฑ์ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์สิทธิบัตร (Patent analysis) ก่อน ซึ่งถือเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญอันหนึ่งที่ช่วยให้ได้ข้อมูลประกอบในการตัดสินใจกำหนดทิศทางการวางแผนพัฒนาเทคโนโลยี ตลอดจนการจัดสรรงบประมาณการวิจัยและพัฒนาเนื่องจากการวิเคราะห์เอกสารสิทธิบัตรที่เป็นความรู้ด้านเทคโนโลยีทั้งหมดในโลก โดยวิธีที่นิยมใช้ คือ การทำแผนที่สิทธิบัตร (Patent Mapping) ประโยชน์ของแผนที่สิทธิบัตร เช่น ช่วยให้องค์กรติดตามเทคโนโลยีล่าสุด ประเมินความเสี่ยงในการลงทุนวิจัยและพัฒนา วิเคราะห์สถานภาพการแข่งขัน ประเมินถึงโอกาสทางธุรกิจ เป็นต้น ในโครงการนี้จึงจะได้วิเคราะห์สิทธิบัตร และทำแผนที่สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับระบบหุ่นยนต์ฉลาด (Smart robotics) สำหรับให้บริการทางสาธารณสุข เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และจัดทำแผนกลยุทธ์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์และจัดทำแผนที่สิทธิบัตรสำหรับเป็นข้อมูลในการกำหนดทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีฉลาดเพื่อการบริการทางสาธารณสุข โดย สกว. ซึ่งประกอบด้วยแพลตฟอร์มต่อไปนี้

1.1 เทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ และ หุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ประเภทช่วยผ่าตัด

1.2 เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการพัฒนาตัวชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพ (Artificial intelligence and analytics in health information i.e. patient's health status and blood test)

1.3 เทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสถานะสุขภาพ (Sensors and biosensors for health monitoring i.e. breath sensors and electrochemical sensors)

2. จัดทำแผนกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีฉลาดเพื่อการบริการทางสาธารณสุข ตามข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ได้จากข้อ 1

2. เทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ และ หุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ประเภทช่วยผ่าตัด

เทคโนโลยีหุ่นยนต์มีการพัฒนาและก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ซึ่งหุ่นยนต์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตของมนุษย์มากขึ้นและถูกนำไปใช้ประโยชน์หลายด้านเช่น หุ่นยนต์เพื่อใช้งานในบ้าน อุตสาหกรรมการเกษตร รวมทั้งการนำมาใช้งานด้านการแพทย์ โดยหุ่นยนต์ทางการแพทย์ หมายถึง หุ่นยนต์ที่เกิดจากพหุสาขาวิชาที่นำองค์ความรู้ทางด้านวิชาการหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ในงานชีววิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ เพื่อช่วยลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์และช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หุ่นยนต์ทางการแพทย์แบ่งเป็น 3 กลุ่มหลัก ตามการประยุกต์ใช้งาน ได้แก่ 1) หุ่นยนต์เพื่อการตรวจคัดกรอง การวินิจฉัย การรักษา และการผ่าตัด เช่น หุ่นยนต์ช่วยในการผ่าตัด หุ่นยนต์เสริมการรังสีวินิจฉัย หุ่นยนต์กล้อง เอนโดแบบแคปซูล หุ่นยนต์ที่ใช้ระบบเซ็นเซอร์ และคัดกรองแบบอัตโนมัติ เป็นต้น 2) หุ่นยนต์เพื่อการฟื้นฟูทางการแพทย์ เช่น หุ่นยนต์เสริมสมรรถนะคนพิการ หุ่นยนต์บำบัดฟื้นฟูผู้ป่วย ทางสมอง แขนขาเทียมแบบฉลาด เป็นต้น 3) หุ่นยนต์เพื่อการบริการทางการแพทย์และสาธารณสุข และการติดตามเฝ้าระวัง เช่น หุ่นยนต์ต้อนรับในโรงพยาบาล หุ่นยนต์ช่วยเคลื่อนย้ายผู้ป่วย หุ่นยนต์นำส่งยาหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ หุ่นยนต์ที่ใช้ระบบการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) และระบบการเฝ้าระวังทางไกล (Remote Monitoring System) เป็นต้น³ ซึ่งในรายงานนี้จะนำเสนอเฉพาะหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ประเภทช่วยผ่าตัด

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกกำลังเร่งพัฒนาหุ่นยนต์ทางการแพทย์ โดยเฉพาะการก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุที่เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการขยายขนาดตลาดของหุ่นยนต์ที่เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ ตัวอย่างของหุ่นยนต์ที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับนำมาใช้ในการดูแลสุขภาพและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างหุ่นยนต์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนำมาใช้ในการดูแลสุขภาพ

Robot	Functions	Representative patents	
		Patent No.	Title
Pepper Company; Aldebaran Robotics 	- Recognise your face, speak, hear you and move around autonomously - Memorise your personality traits, your preferences, and adapts himself to your tastes and habits	US D719,620S	Robot
		US 8,997,599 B2	Motorized Joint With Two Pivot Connections And Humanoid Robot Which Implements The Joint
		US 2015/0122073 A1	Spinal Column For A Humanoid Robot
		US 9429948 B2	Humanoid Robot Having Fall-management Capabilities, And Method For Managing Said Falls

https://www.ald.softban-robotics.com/en		US 2016/0325437 A1	Actuation Of A Hand Intended For Being Provide On A Humanoid Robot
Xenex Company; Xenex Disinfection  http://ortoday.com/xenex-germ-zapping-robot-2/	- Reduce healthcare associated infections (HAIs) rate by 50-100%	US 2012/0313014 A1	Ultraviolet Discharge Lamp Apparatuses With One Or More Reflectors
		US 2013/0224086 A1	Germicidal Systems And Apparatuses Having Hollow Tumbling Chambers
		US 2014/0158917 A1	Lamp And Reflector Arrangements For Apparatuses With Multiple Germicidal Lamps
		US 2017/0224858 A1	Support Structures, Cabinets And Methods For Disinfecting Objects
TUG Company; Aethon, Inc.  http://eagledata.fi/tug-robot-for-healthcare.html	- able to carry around a multitude of racks, carts or bins up to 453 kilograms in the form of medications, laboratory specimens or other sensitive materials.	WO 2004/020267 A3	Robotic Cart Pulling Vehicle
		WO 2007/047514 A3	Robotic Retrieval And Delivery System
		US 8886390 B2	Monitoring, Diagnostic And Tracking Tool For Autonomous Mobile Robots
		US 2010/0234990 A1	Robotic Ordering And Delivery Apparatuses, Systems And Methods
Paro Company; PARO Robots U.S., Inc.	- reduce patient stress and their caregivers - stimulates interaction	US 2006/0162464 A1	Pressure-sensitive Sensor And Monitor Using The Pressure-sensitive Sensor

 http://www.robomate.com.au/shop/social-interactive-robots/therapeutic-robots/	between patients and caregivers - improve psychological effect on patients such as their relaxation and motivation - improves the socialization of patients with each other and with caregivers	WO 2006/030531 A1	Imitated Animal Device Having Reaction Continuation Means
		WO 2006/030529 A1	Simulated Organism Device With Pseudo-emotion Creating Means
Robear Company: RIKEN  https://historyofroboticstimeline.wordpress.com/2017/03/23/robear-elderly-care-nurse/	- lift patients out of bed 40 times a day - lift a patient out of bed and into a wheelchair - help patients to stand, and to turn them to prevent bed sores	US 4876679 A1	Digitally Controlled Positioning System For Quickly Moving And Then Finely Positioning An Object
		US 8149211 B2	Deformable Sensor System
Pillo Company; Pillo, Inc.  http://de.engadget.com/2016/07/03/pillo-der-drogendealer-bot-fur-die-kuche/	- offer personalised health assistance back at home for the residents of a home - answer health and wellness questions - connect users directly with healthcare professionals -manage vitamins and other medication	US 2017/0354574 A1	Healthcare Management Services
		WO 2012/088471 A1	Systems And Methods For Autonomous Intravenous Needle Insertion
		WO 2017/218425 A2	Interactive Pill Dispenser For Healthcare Management

2.1 การวิเคราะห์สิทธิบัตร

2.1.1 วิธีการสืบค้นสิทธิบัตร

การสืบค้นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ และหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ประเภทช่วยผ่าตัด จะสืบค้นจากฐานข้อมูล Derwent innovation ของบริษัท Clarivate Analytics โดยใช้คำสืบค้น (key word) ร่วมกับสัญลักษณ์การประดิษฐ์ (International Patent Classification; IPC) แสดงคำสืบค้นและจำนวนสิทธิบัตรดังตารางที่ 2.2 การสืบค้นจะสืบค้นจากชื่อเรื่อง (TIO) บทนำ (ABO) ข้อถ้อยสิทธิ (CL) และสัญลักษณ์การประดิษฐ์ (IPC7) และคัดกรองสิทธิบัตรที่ไม่เกี่ยวข้องด้วยสัญลักษณ์การประดิษฐ์ซึ่งได้แก่ A61B*; Diagnosis; Surgery; Identification, A01*; Agriculture; Forestry; Animal husbandry; Hunting; Trapping; Fishing, A47L*; Domestic washing or cleaning, C12; Biochemistry; Beer; Spirits; Wine; Vinegar; Microbiology; Enzymology; Mutation or genetic engineering, และ B65*; Conveying; Packing; Storing; Handling thin or filamentary material

ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2561 พบว่ามีสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ทั้งหมด 44,532 ฉบับ โดยเป็นหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ประเภทช่วยผ่าตัด 27,014 ฉบับ คิดเป็น 60.66% และเมื่อคัดกรองสิทธิบัตรที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ด้วยสัญลักษณ์การประดิษฐ์พบว่าสิทธิบัตรทั้งหมด 19,660 ฉบับ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้วิเคราะห์ผลต่อไป

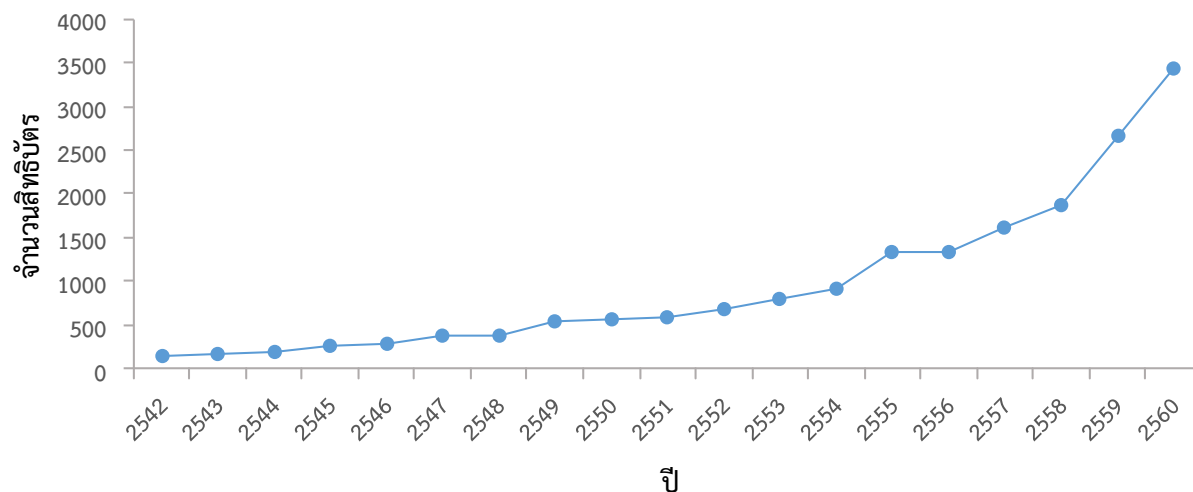
ตารางที่ 2.2 คำสืบค้นและจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ และไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ประเภทช่วยผ่าตัด

คำสืบค้น	จำนวนสิทธิบัตร (ฉบับ)
(TIO=(robot*) OR ABO=(robot*) OR CL=(robot*)) AND ALL=((medic* OR patient OR nurs*))	44,532
((TIO=(robot*) OR ABO=(robot*) OR CL=(robot*)) AND ALL=((medic* OR patient OR nurs*))) NOT ALL=(surg*)	27,014
((TIO=(robot*) OR ABO=(robot*) OR CL=(robot*)) AND ALL=((medic* OR patient OR nurs*))) NOT ALL=(surg*) NOT ICO7=((A61B* OR A01* OR A47L* OR C12* OR B65*))	19,660

2.1.2 แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตร

จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัดทั้งหมดเป็นจำนวนสิทธิบัตรที่รวมทั้งสิทธิบัตรที่ได้รับการตีพิมพ์เอกสารคำขอรับสิทธิบัตร (published applications) และจำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับอนุมัติ (granted patents) รูปที่ 2.1 แสดงแนวโน้มการตีพิมพ์

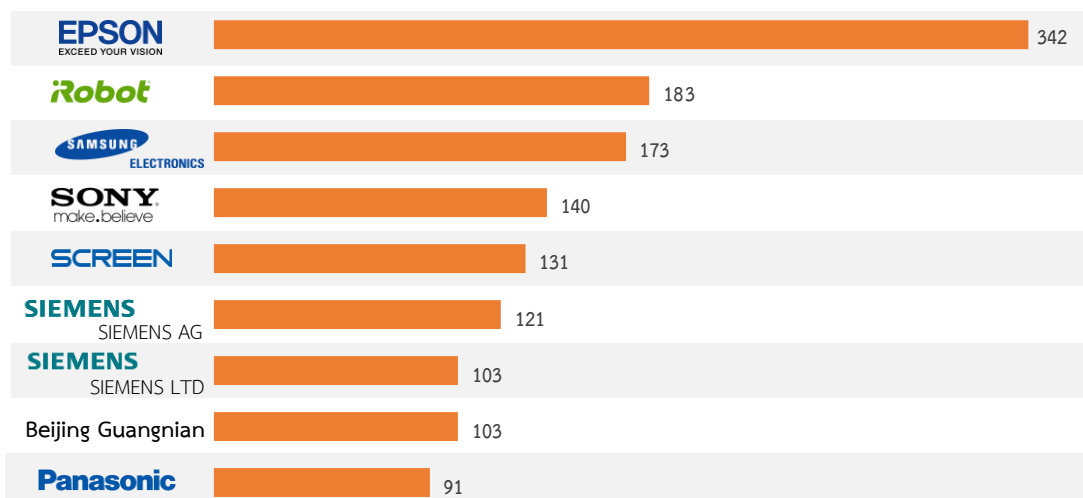
สิทธิบัตรในช่วง 20 ปี (2542-2560) พบว่าจำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับการตีพิมพ์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น แม้ว่าในช่วงแรกจะมีจำนวนไม่มากนัก อาจจะเป็นเนื่องมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีหุ่นยนต์ทางการแพทย์จำเป็นต้องใช้องค์ความรู้จากหลายศาสตร์ ที่นอกเหนือจากงานด้านวิศวกรรม และยังเป็นงานที่ซับซ้อนในการวิจัยและพัฒนาเมื่อเปรียบเทียบกับหุ่นยนต์ประเภทอื่นๆ⁴ อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี 2555-2560) มีสัดส่วนจำนวนสิทธิบัตรเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า ซึ่งเป็นผลมาจากความต้องการใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์ทางการแพทย์มากขึ้น ทั้งในด้านการนำมาใช้ช่วยเหลือผู้ป่วยและช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานของแพทย์และพยาบาล เป็นต้น



รูปที่ 2.1 จำนวนสิทธิบัตรที่ตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด ในช่วงปี 2542-2560

2.1.3 ผู้ขอรับสิทธิบัตร 10 อันดับแรก

ผู้ขอรับสิทธิบัตร (assignee) ในเทคโนโลยีหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด 10 อันดับแรก แสดงดังรูปที่ 2.2 โดยบริษัทที่ถือครองสิทธิบัตรมากที่สุดได้แก่บริษัท Seiko Epson Corp รองลงมาคือ Irobot Corp และ Samsung Electronics Co LTD ตามลำดับ



รูปที่ 2.2 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัดจำแนกตามผู้ขอรับสิทธิบัตร



Seiko Epson Corp บริษัทสัญชาติญี่ปุ่น เป็นบริษัทที่พัฒนาหุ่นยนต์รวมทั้งซอฟต์แวร์ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยเฉพาะส่วนมือและแขน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับหุ่นยนต์ทุกประเภท ล่าสุดทางบริษัทได้วางขายหุ่นยนต์ “WorkSense W-01” ซึ่งเป็นหุ่นยนต์สองแขนที่สามารถเห็น รับรู้ คิดและทำงานได้ ดังนั้นสิทธิบัตรที่ยื่นจดจะเกี่ยวข้องกับระบบการควบคุมหุ่นยนต์ มือและแขนของหุ่นยนต์

รูปที่ 2.3 WorkSense w-01

ที่มา: <http://www.roboticsupdate.com/2017/11/epson-to-launch-autonomous-dual-arm-robot/>

Irobot corp เป็นบริษัทผู้ขอรับจดสิทธิบัตรร่วมกับ Intouch Technologies Inc บริษัทจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพัฒนาและผลิตหุ่นยนต์สำหรับการปรากฏตัวทางไกล (Telepresence robot) เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์คือเป็นแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการสื่อสาร เพื่ออำนวยความสะดวกในการติดต่อและโต้ตอบระยะไกลระหว่างคนไข้และผู้ให้บริการทางการแพทย์ โดยสิทธิบัตรส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับTelepresence robot



สำหรับ Samsung Electronics Co LTD ประเทศเกาหลีใต้ นอกจากจะเป็นบริษัทชั้นนำเกี่ยวกับสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ชัมซุงยังได้วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์ทางการแพทย์อีกด้วย แม้ว่ายังไม่มีการนำหุ่นยนต์ทางการแพทย์ออกวางขาย แต่จากสิทธิบัตรที่ยื่นขอจดพบว่าบริษัทซัมซุงได้มีการวิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์ทางการแพทย์เช่น หุ่นยนต์ช่วยเดิน (Walking assist robot) หุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile robot) และหุ่นยนต์ที่สามารถวัดสัญญาณชีพได้ (Vital sign measurement robot) เป็นต้น

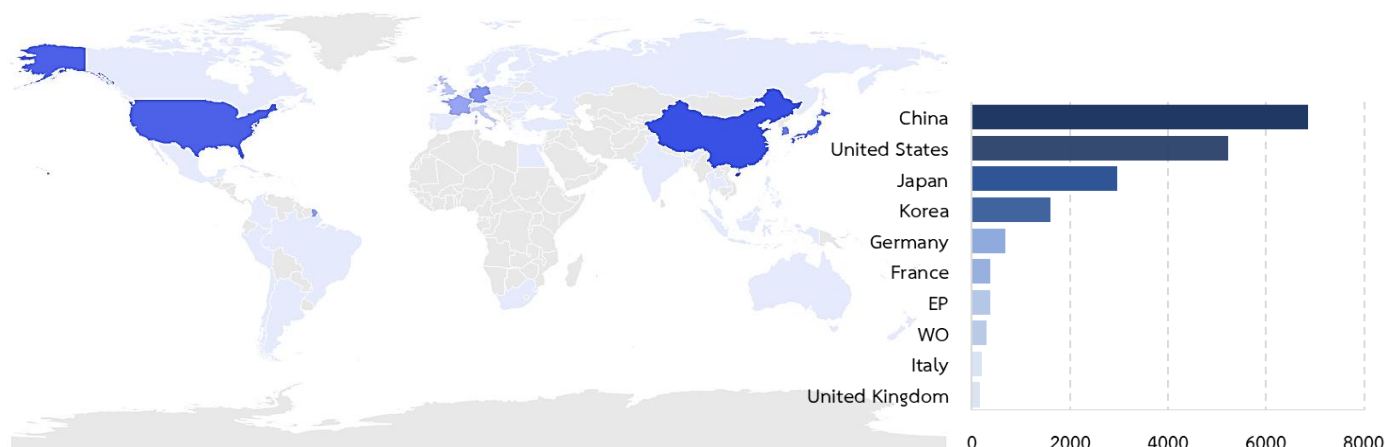
รูปที่ 2.4 Telepresence robot

ที่มา: <http://biomedicaltech.blogspot.com/2015/11/>

2.1.4 ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก

ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัดแสดงดังรูปที่ 2.5 ซึ่ง WO คือคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นเข้าระบบ PCT ขององค์การทรัพย์สินทางปัญญาโลก (World intellectual Property Organization) และ EP คือคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นผ่านสำนักงานสิทธิบัตรยุโรป (European Patent Office: EPO) พบว่าประเทศจีนเป็นประเทศที่มีจำนวนคำขอรับ

สิทธิบัตรมากที่สุด รองลงมาคือสหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ตามลำดับ



รูปที่ 2.5 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตร ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด จำแนกตามประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตร

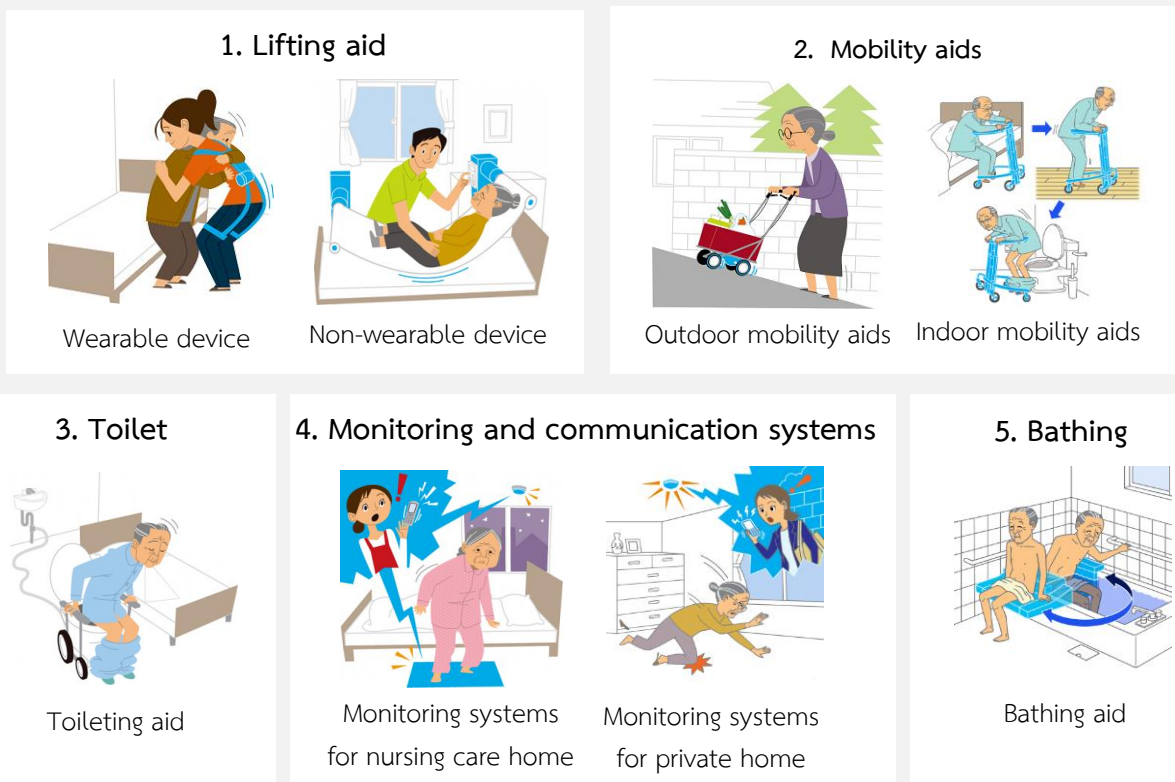
ประเทศจีน สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น เป็นประเทศที่มีจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรจำนวนมาก เนื่องจากประเทศเหล่านี้มีแผนพัฒนา หน่วยงานที่ให้ทุน และหน่วยงานดูแลรับผิดชอบที่เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์ โดยเฉพาะ เช่นประเทศจีนมีแผน “China Manufacturing 2025” หรือ “Made in China 2025 Initiative” เป็นแผนขับเคลื่อนทุกอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (High-tech industries) โดยอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ได้รับประโยชน์จากแผนขับเคลื่อนนี้และเป็นหนึ่งอุตสาหกรรมที่เติบโตอย่างรวดเร็ว⁵

สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกามีหน่วยงาน National Robotics Initiative (NRI) ที่ทำหน้าที่ผลักดันงานวิจัยทางด้านหุ่นยนต์ โดยได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานรัฐหลายหน่วยงานได้แก่ the National Science Foundation (NSF), the National Aeronautics and Space Administration (NASA), the National Institutes of Health (NIH), the U.S. Department of Agriculture (USDA), the U.S. Department of Energy (DOE), และ the U.S. Department of Defense (DOD) ซึ่ง NIH จะเป็นหน่วยงานที่สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหุ่นยนต์ช่วยเหลือมนุษย์ในด้านสุขภาพ⁶

ประเทศญี่ปุ่นมีสมาคม The Japan Robot Association (JARA) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนด้าน R&D และการนำหุ่นยนต์ไปใช้ประโยชน์ เสนอนโยบายที่สำคัญแก่รัฐบาล กำหนดนโยบายขั้นพื้นฐานและแนวทางการส่งเสริมและการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตหุ่นยนต์ เพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรมและบริการ และเสนอแนะสิทธิพิเศษต่างๆ ทางการค้า เช่น ด้านภาษี และแหล่งทุน นอกจากนี้กระทรวงพาณิชย์ (The Ministry of Economy, Trade and Industry; METI) และ กระทรวงสาธารณสุข (The Ministry of Health, Labour and Welfare; MHLW) ของประเทศญี่ปุ่นยังได้ส่งเสริมสนับสนุนการพัฒนา nursing care robot โดยมุ่งเน้นใน 5 กลุ่มหลักที่สามารถนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์ไปใช้ในการดูแลผู้ป่วยและผู้สูงอายุ แสดงดังรูปที่ 2.6 และล่าสุดในปี

2015 ประเทศญี่ปุ่นยังมียุทธศาสตร์การพัฒนาหุ่นยนต์ (New Robot Strategy) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ระดมเงินลงทุนจากภาครัฐและภาคเอกชนในโครงการเกี่ยวกับหุ่นยนต์จำนวน 100 พันล้านเยน 2) ขยายขนาดของตลาดหุ่นยนต์เป็น 2.4 ล้านล้านเยน (ต่อปี) (ขนาดตลาดปัจจุบันอยู่ที่ 650 พันล้านเยน) 3) สร้างเขตทดสอบหุ่นยนต์ภาคสนามในฟูกูชิม่า และ 4) อำนวยความสะดวกในการสร้างนวัตกรรมและเร่งรัดการดำเนินงานสาธารณะโดยการจัดประชุมสุดยอดหุ่นยนต์โลก

Key areas of focus in nursing care where robot technology is used



รูปที่ 2.6 เทคโนโลยีหุ่นยนต์มาใช้ในการดูแลผู้ป่วยและผู้สูงอายุ⁷



รูปที่ 2.7 Bliss หุ่นยนต์ช่วยบำบัดอาการผู้ป่วยออทิสติก

ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=0DwUXTIJwK8>

สำหรับประเทศไทยมีจำนวนสิทธิบัตรที่อยู่ในฐานข้อมูลต่างประเทศ 1 ฉบับ เลขที่สิทธิบัตร WO 2017/164825 A2 ชื่อเรื่อง “Automatic Mobile Robot For Facilitating Activities To Improve Child Development” ซึ่งเป็นหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้อัตโนมัติ ซึ่งนำมาช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางด้านการมองเห็นและสติปัญญาของเด็กออทิสติก โดยสิทธิบัตรดังกล่าวเป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม

เกล้าธนบุรี ในปัจจุบันมีการจัดตั้งบริษัทสตาร์ทอัพ ชื่อ BOT THERAPIST ซึ่งเป็นบริษัทที่วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์ Bliss ที่ช่วยบำบัดอาการผู้ป่วยออทิสติก แสดงดังรูปที่ 2.7

แม้ว่าประเทศไทยจะมีการจดสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับต่างชาติ นั้นแสดงถึงโอกาสการแข่งขันในเวทีโลกสำหรับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ทางการแพทย์ของประเทศไทยยังมีไม่มากนัก อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังถือว่ามีความพร้อมในการวิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์ทางการแพทย์ทั้งในด้านกำลังคน และห้องปฏิบัติการและศูนย์ และโดยมหาวิทยาลัยของไทยหลายแห่งมีศูนย์วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 2.8 แต่ยังคงขาดงบประมาณในการลงทุนและแผนการพัฒนาในระยะยาว



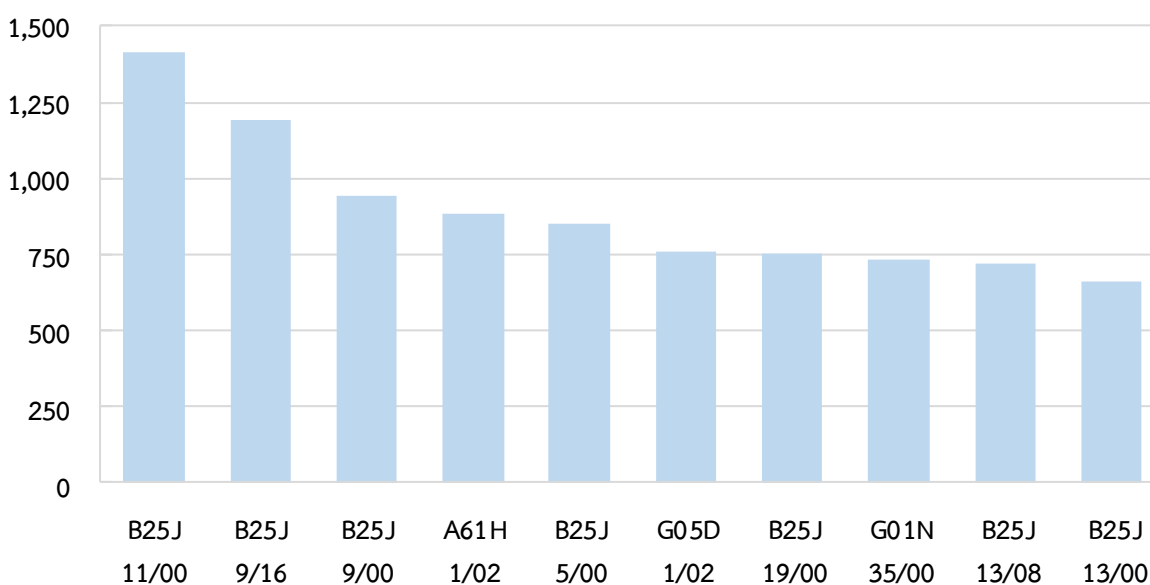
รูปที่ 2.8 ศูนย์วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติของประเทศไทย⁴

2.1.5 กลุ่มเทคโนโลยี

การจำแนกสิทธิบัตรตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์ (International Patent Classification; IPC) เป็นการจำแนกตามกลุ่มเทคโนโลยี โดยกลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์

ประเภทช่วยผ่าตัด แสดงดังรูปที่ 2.9 และคำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์แสดงดังตารางที่ 2.3 พบว่าสิทธิบัตรส่วนใหญ่จะจัดอยู่ในกลุ่ม B25J ซึ่งเป็นกลุ่มเทคโนโลยีเกี่ยวกับแขนของหุ่นยนต์ รองลงมาคือกลุ่ม A61H เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์กายภาพบำบัด ซึ่งหุ่นยนต์ช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วย (Rehabilitation robots) จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเทคโนโลยีดังกล่าว สำหรับ G05D 1/02 คือระบบการควบคุมตำแหน่ง และ G01N คือการตรวจสอบและวิเคราะห์วัสดุด้วยการระบุคุณสมบัติและเคมีและกายภาพ โดยจะเกี่ยวข้องกับเครื่องมือวิเคราะห์สารที่ใช้แขนของหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการเคลื่อนย้ายสารตัวอย่าง

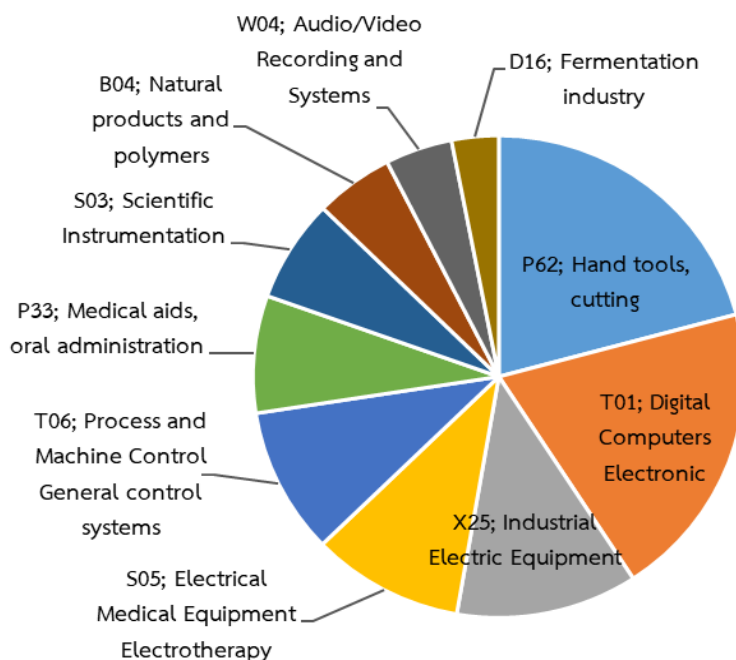
นอกจากการจัดกลุ่มเทคโนโลยีตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์แล้ว ฐานข้อมูล Derwent World Patent Index, DWPI ยังได้มีการจัดกลุ่มเทคโนโลยีใหม่เรียกว่า DWPI classification โดยจะแบ่งสิทธิบัตรออกเป็น 21 กลุ่มและกำหนดกลุ่มเทคโนโลยีตามสัญลักษณ์ดังนี้ A-M (เคมี); P-Q (วิศวกรรม) และ S-X (อิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้า) ซึ่งกลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด แสดงดังรูปที่ 2.10 พบว่ากลุ่มเทคโนโลยีที่มากที่สุดคือ P62 (21%) ซึ่งเกี่ยวข้องกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทำงานที่อาศัยกำลังจากมือและแขน แสดงให้เห็นว่าในการพัฒนาหุ่นยนต์ทางการแพทย์จะมุ่งเน้นการพัฒนามือและแขนของหุ่นยนต์เป็นหลัก เนื่องจากต้องการให้หุ่นยนต์มีความสามารถและทำงานได้คล้ายมนุษย์ จึงมีการพัฒนามือและแขนของหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่และสามารถหยิบจับสิ่งของได้ รองลงมาคือกลุ่มเทคโนโลยี T01 (20%) เกี่ยวข้องกับดิจิทัลคอมพิวเตอร์และการประมวลผลข้อมูลด้วยเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ และกลุ่มเทคโนโลยี X25 (12%) เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.9 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตร ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด จำแนกตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์

ตารางที่ 2.3 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกันหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด

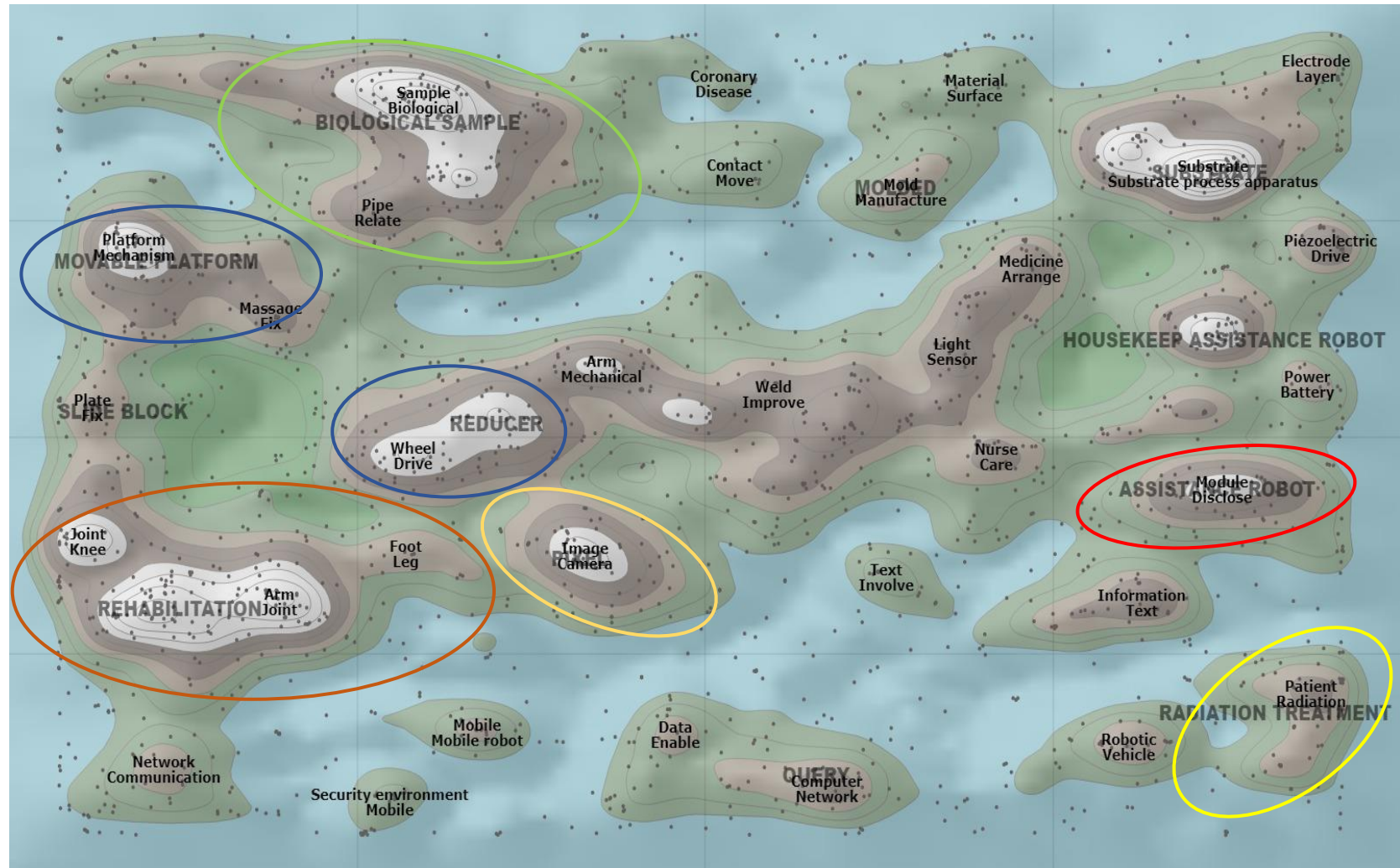
สัญลักษณ์การประดิษฐ์	คำอธิบาย
B25J 11/00	B25J- MANIPULATORS; CHAMBERS PROVIDED WITH MANIPULATION DEVICES (robotic devices for individually picking fruits, vegetables, or hops.) 11/00- Manipulators not otherwise provided for
B25J 9/16	B25J- See above 9/16- Programme controls (total factory control, i.e. centrally controlling a plurality of machines, G05B 19/418)
B25J 9/00	B25J- See above 9/00- Programme-controlled manipulators
A61H 1/02	A61H- PHYSICAL THERAPY APPARATUS, e.g. DEVICES FOR LOCATING OR STIMULATING REFLEX POINTS IN THE BODY; ARTIFICIAL RESPIRATION; MASSAGE; BATHING DEVICES FOR SPECIAL THERAPEUTIC OR HYGIENIC PURPOSES OR SPECIFIC PARTS OF THE BODY (electrotherapy, magnetotherapy, radiation therapy, ultrasound therapy A61N) 1/02- Stretching or bending apparatus for exercising
B25J 5/00	B25J- See above 5/00- Manipulators mounted on wheels or on carriages
G05D 1/02	G05D- SYSTEMS FOR CONTROLLING OR REGULATING NON-ELECTRIC VARIABLES 1/02- Control of position or course in two dimensions
B25J 19/00	B25J- See above 19/00- Accessories fitted to manipulators, e.g. for monitoring, for viewing; Safety devices combined with or specially adapted for use in connection with manipulators
G01N 35/00	G01N- INVESTIGATING OR ANALYSING MATERIALS BY DETERMINING THEIR CHEMICAL OR PHYSICAL PROPERTIES 35/00- Automatic analysis not limited to methods or materials
B25J 13/08	B25J- See above 13/08- by means of sensing devices, e.g. viewing or touching devices
B25J 13/00	B25J- See above 13/90- Controls for manipulators



รูปที่ 2.10 กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด จำแนกตาม DWPI classification

2.1.6 แผนที่ Theme scape

แผนที่ Theme scape คือข้อมูลแผนที่หรือรูปภาพที่ได้จากการวิเคราะห์เอกสารสิทธิบัตรด้วยคำค้นที่สนใจซึ่งข้อมูลจะถูกวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ Data/Text Mining และแสดงความหนาแน่นของสิทธิบัตรแบ่งตามกลุ่มคำหลัก แผนที่ Theme scape ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัดแสดงดังรูปที่ 2.11 โดยหนึ่งจุดบนแผนที่ Theme scape แทนสิทธิบัตรจำนวนหนึ่งฉบับและยอดเขาแสดงถึงความหนาแน่นของสิทธิบัตร จากแผนที่ Theme scape พบว่าสิทธิบัตรจำนวนมากเกี่ยวข้องกับ 1) หุ่นยนต์สำหรับช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วย (Rehabilitation) ซึ่งช่วยในเรื่องการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ร่างกาย ทำให้มีสิทธิบัตรที่แยกย่อยและย่นย่อในส่วนที่เกี่ยวข้องกับข้อต่อของหัวเข่าและมือ เท้าและขาของหุ่นยนต์ เป็นต้น 2) ส่วนที่ขับเคลื่อนด้วยล้อ (Wheel drive) และรูปแบบและกลไกในการเคลื่อนที่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ได้ 3) รูปภาพและกล้อง (Image and camera) ซึ่งเป็นส่วนประกอบในหุ่นยนต์สำหรับการปรากฏตัวทางไกล 4) ตัวอย่างทางชีวภาพ (Sample biological) จะเกี่ยวข้องกับเครื่องมือตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพที่อาศัยระบบหุ่นยนต์เข้ามาช่วยเช่นมือของหุ่นยนต์สำหรับช่วยในการหยิบจับสารตัวอย่าง 5) หุ่นยนต์ช่วยเหลือ (Assist robot) เช่นหุ่นยนต์ช่วยในการเดิน และ 6) หุ่นยนต์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้รังสีในการรักษา (Radiation treatment) เป็นต้น



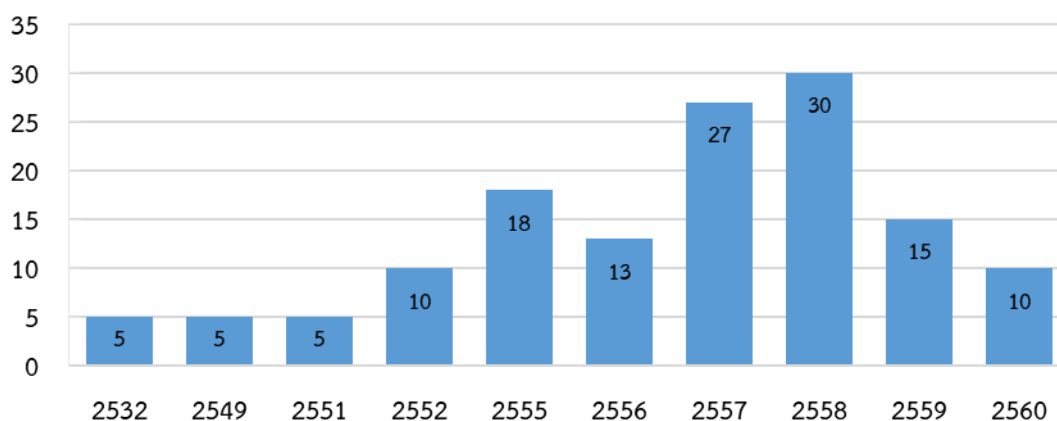
รูปที่ 2.11 แผนที่ Theme scape ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด

2.1.7 ความอิสระในการดำเนินการ (freedom to operate)

การสืบค้นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ที่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์ในฐานข้อมูลสิทธิบัตรไทย โดยสืบค้นจากฐานข้อมูลสิทธิบัตรของกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ ใช้คำสืบค้นภาษาไทยและอังกฤษ แสดงดังตารางที่ 2.4 สืบค้นเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2561 ผลการสืบค้นพบจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทั้งหมด 170 ฉบับ แสดงคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 2.12

ตารางที่ 2.4 คำสืบค้น (Key word) ที่ใช้ในการสืบค้นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ที่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์⁴

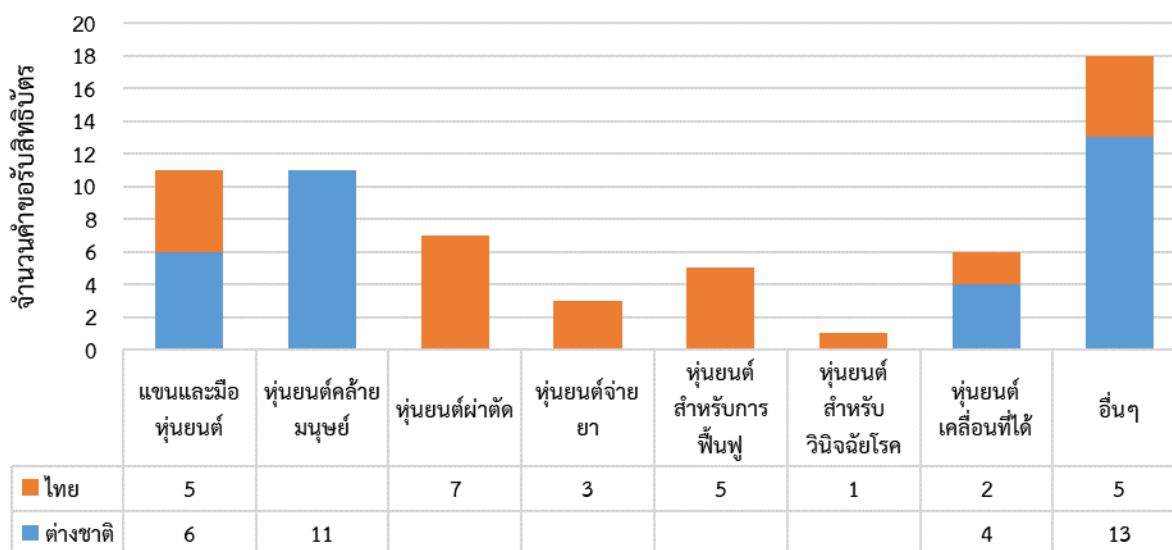
คำสืบค้นภาษาอังกฤษ	คำสืบค้นภาษาไทย
Robot	Title/หุ่นยนต์
Manipulator	Title/แขนกล
Drone	Title/โดรน
UAV (unmanned aerial vehicle)	Title/ไร้คน



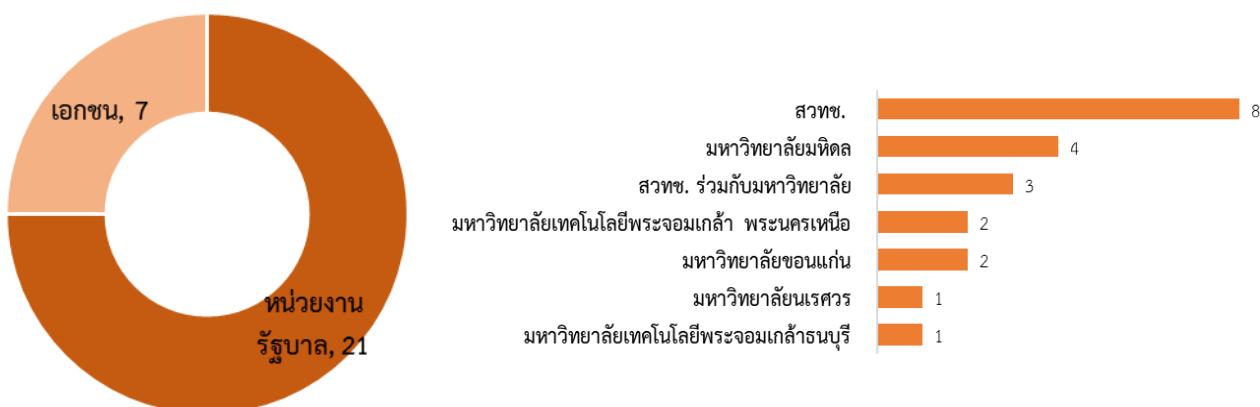
รูปที่ 2.12 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์

เมื่อผู้วิจัยคัดกรองสิทธิบัตรจากบทสรุปการประดิษฐ์ละข้อถือสิทธิพบว่าสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์มีจำนวน 62 ฉบับ จำแนกตามประเภทของหุ่นยนต์แสดงดังรูปที่ 2.13 ซึ่งมีจำนวนสิทธิบัตรจากต่างชาติที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทยใกล้เคียงกับสิทธิบัตรของไทย อาจจะมีเนื่องมาจากนักลงทุนจากต่างชาติดึงดูดไม่ตลาดของเทคโนโลยีดังกล่าวในประเทศไทย ในขณะเดียวกันนักวิจัยและนักประดิษฐ์ไทยก็พยายามที่จะพัฒนาหุ่นยนต์สำหรับนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์มากขึ้น โดยภาพรวมยังมีจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรไม่มาก ดังนั้นถือว่าเทคโนโลยีดังกล่าวยังมีอิสระในการดำเนินการในประเทศไทยหรือช่องทางในการพัฒนาต่อยอดและนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์อีกมาก แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณาถึงรายละเอียดของข้อถือสิทธิ

เพื่อป้องกันการละเมิดสิทธิของผู้อื่น ตัวอย่างเช่นหากผู้วิจัยต้องการพัฒนาหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์ (humanoid robot) เพื่อนำไปใช้ในสถานพยาบาล จะต้องพิจารณาสิทธิบัตรรวมทั้งข้อถือสิทธิบัตรของบริษัทซอฟต์แวร์ โรโบติกส์ ยุโรป ที่ยื่นขอจดสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์จำนวน 11 ฉบับ ตัวอย่างเช่นสิทธิบัตรเลขที่คำขอ 1601007225 เรื่อง “หุ่นยนต์คล้ายมนุษย์ที่มีขีดความสามารถในการหลีกเลี่ยงการปะทะชน และการฟื้นฟูสภาพตามแนววิถี” และสิทธิบัตรเลขที่คำขอ 1601007205 เรื่อง “ระบบกันการติดขัดในหุ่นยนต์แบบคล้ายมนุษย์” เป็นต้น และเมื่อพิจารณาจำนวนสิทธิบัตรที่มีผู้ประดิษฐ์เป็นคนไทย จำแนกตามหน่วยงาน แสดงดังรูปที่ 2.14 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการพัฒนาหุ่นยนต์ทางแพทย์ในประเทศไทยส่วนใหญ่ขับเคลื่อนด้วยหน่วยงานภาครัฐ



รูปที่ 2.13 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ จำแนกตามประเภทของหุ่นยนต์



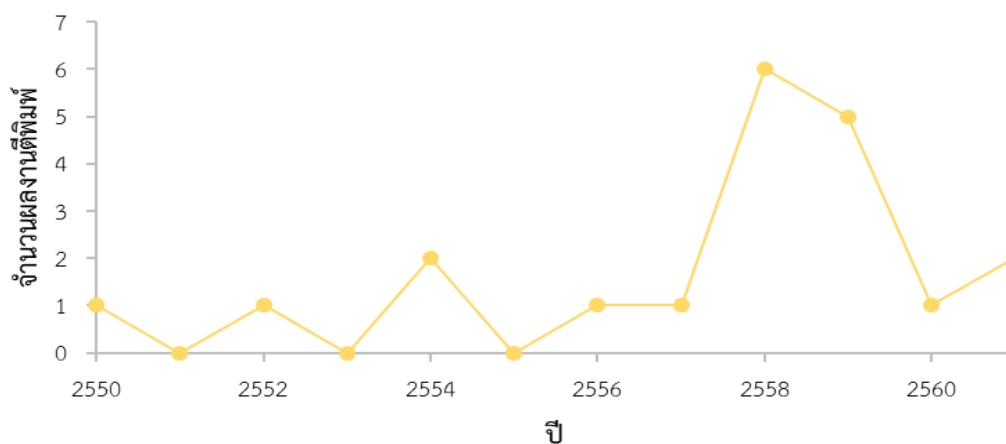
รูปที่ 2.14 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของไทยที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ จำแนกตามหน่วยงานที่ยื่นขอรับสิทธิบัตร

2.2 การวิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทย

การวิเคราะห์ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติของนักวิจัยไทย จะทำการสืบค้นผลงานวิจัยจากฐานข้อมูล Institute for Scientific Information (ISI) จากเว็บไซต์ www.webofknowledge.com แสดงคำสืบค้นและจำนวนผลงานตีพิมพ์ดังตารางที่ 2.5 ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2561 พบว่าผลงานตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัดมีจำนวน 20 ฉบับ โดยมีจำนวนผลงานตีพิมพ์มากที่สุดในปี 2558 และลดลงในช่วงปี 2559-2560 ดังรูปที่ 2.15

ตารางที่ 2.5 คำสืบค้นและจำนวนผลงานตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด

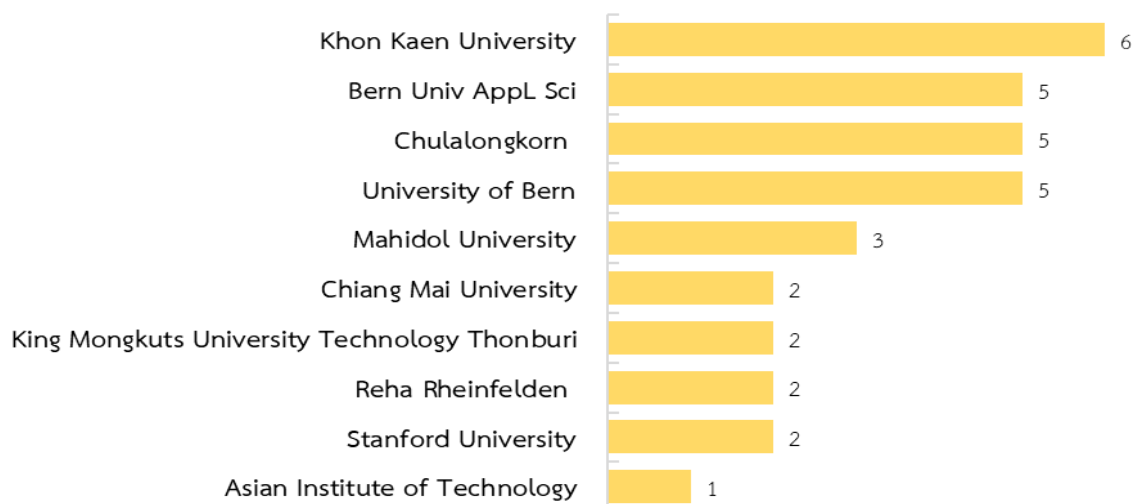
คำสืบค้น	จำนวนผลงานตีพิมพ์
TOPIC: (robot*) AND ADDRESS: (Thailand)	207
TOPIC: (robot*) AND TOPIC: (medic* OR patient OR nurs*) AND ADDRESS: (Thailand)	45
TOPIC: (robot*) AND TOPIC: (medic* OR patient OR nurs*) AND ADDRESS: (Thailand) NOT TOPIC: (surg*)	20



รูปที่ 2.15 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด

สำหรับจำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทย จำแนกตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัยแสดงดังรูปที่ 2.16 พบว่ามหาวิทยาลัยในประเทศไทยที่ตีพิมพ์ผลงานที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัดมากที่สุดได้แก่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น รองลงมาคือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ

มหาวิทยาลัยมหิดลตามลำดับ ซึ่งผลงานตีพิมพ์ส่วนใหญ่จะมีหัวข้อวิจัยเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ (human -robot interaction) และการนำหุ่นยนต์มาใช้เพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย



รูปที่ 2.16 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางการแพทย์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการหุ่นยนต์ประเภทช่วยผ่าตัด จำแนกตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย

2.3 หลักเกณฑ์ ภาวะเทียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

หุ่นยนต์ทางการแพทย์หลายชนิดจัดเป็นเครื่องมือทางการแพทย์ ดังนั้นจะต้องมีมาตรฐานต่างๆ เข้ามาควบคุมเพื่อให้เครื่องมือมีความความปลอดภัย (safety) มีประสิทธิภาพ (effectiveness) และมีความเชื่อถือได้ (reliability) อีกทั้งเพื่อให้เครื่องมือดังกล่าวเป็นที่ยอมรับในระดับสากลและสามารถผลิตส่งออกไปต่างประเทศได้ มาตรฐานเครื่องมือแพทย์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือมาตรฐานกระบวนการผลิตเครื่องมือแพทย์ และมาตรฐานความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ ตารางที่ 2.6 แสดงมาตรฐานเครื่องมือแพทย์ทั่วโลก

มาตรฐานกระบวนการผลิตเครื่องมือแพทย์ที่สำคัญได้แก่ คือ ISO13485 และ GMP มีรายละเอียดดังนี้

- มาตรฐาน Good Manufacturing Practice (GMP) คือ หลักเกณฑ์และวิธีการผลิตที่ดีสำหรับการผลิตยา เครื่องมือแพทย์ เครื่องสำอาง สมุนไพร และอาหาร ซึ่ง GMP ของเครื่องมือแพทย์จะสอดคล้องกับ ISO13485 โดยมีข้อกำหนด 5 หมวดดังนี้ 1) ระบบการบริหารงานคุณภาพ (Quality management system) 2) ความรับผิดชอบของฝ่ายบริหาร (Management responsibility) 3) การจัดการทรัพยากร (Resource management) 4) การผลิต (Manufacturing) และ 5) การตรวจสอบ การทดสอบ และการแก้ไข (Inspection, Testing and Corrective action)

- มาตรฐานกระบวนการผลิต ISO 13485 คือระบบการจัดการคุณภาพสำหรับองค์กรที่ผลิตบริการเครื่องมือแพทย์ ซึ่งเน้นไปที่การนำระบบคุณภาพไปใช้และคงสภาพนั้นไว้ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นไปในกิจกรรมการจัดการความเสี่ยงและกิจกรรมการควบคุมการออกแบบในระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และยังต้องมีเกณฑ์ใน

ขั้นตอนการสอบและการตรวจสอบย้อนกลับ เกณฑ์ในการจัดทำเอกสาร ทวนสอบแบบและการทดสอบ กระบวนการที่ต้องผ่านการสแตนด์

มาตรฐานความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์ที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลได้แก่ CE Mark (EU) และ UL (USA) มีรายละเอียดดังนี้

- มาตรฐานความปลอดภัยผลิตภัณฑ์ CE mark คือ สัญลักษณ์ที่มีชื่อเต็มจากภาษาฝรั่งเศสคือ “Conformité Européenne” (หมายถึง European Conformity) เป็นมาตรฐานและเครื่องหมายที่รับรองว่า สินค้าอุตสาหกรรมมีการออกแบบและการผลิตที่ได้มาตรฐานความปลอดภัยตามข้อกำหนดของสหภาพยุโรป และสามารถขายในสหภาพยุโรปได้

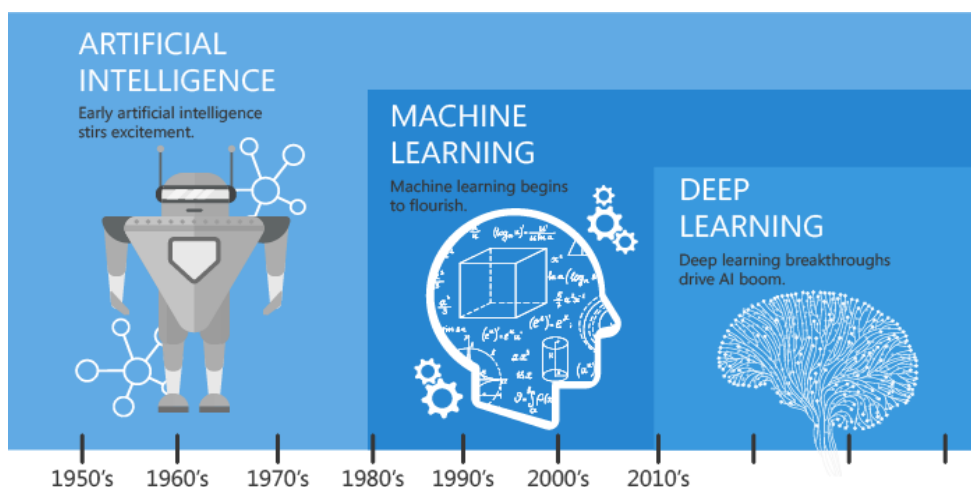
- มาตรฐานความปลอดภัยผลิตภัณฑ์ UL โดย UL เป็นองค์กรที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลในการ ตรวจสอบและรับรองมาตรฐานความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ซึ่งครอบคลุมทั้งในด้านวัสดุ ส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์ และระบบ สำหรับมาตรฐาน UL ที่เกี่ยวข้องหุ่นยนต์ทางการแพทย์ ได้แก่ UL544 Medical and Dental Equipment, UL1740 Standard for Safety for Robots and Robotic Equipment และ UL60601-1 Medical Electrical Equipment

ตารางที่ 2.6 มาตรฐานเครื่องมือแพทย์ทั่วโลก³

ประเทศ	องค์กรที่รับผิดชอบ	Quality Management System	ความปลอดภัยของ ผลิตภัณฑ์ (product safety)
สหรัฐอเมริกา	FDA	QSR	510K PMA
ญี่ปุ่น	MHLW+PMDA และ รัฐบาล+third party	J-GMP (ISO 13485:2016)	Pre-market Device Approval
กลุ่มประเทศ EU	ผู้ที่ได้รับการรับรองให้ เป็น notified body	MDD EN ISO13485	MDD CE mark
แคนาดา	Health Canada Registrar	CMDR ISO13485	CMDR Device License
กลุ่มประเทศอาเซียน	ASEAN Consultative Committee for Standards and Quality (ACCSQ)	AMDD ISO13485	AMDD

3. เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการพัฒนาตัวชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพ (Artificial intelligence and analytics in health information i.e. patient's health status and blood test)

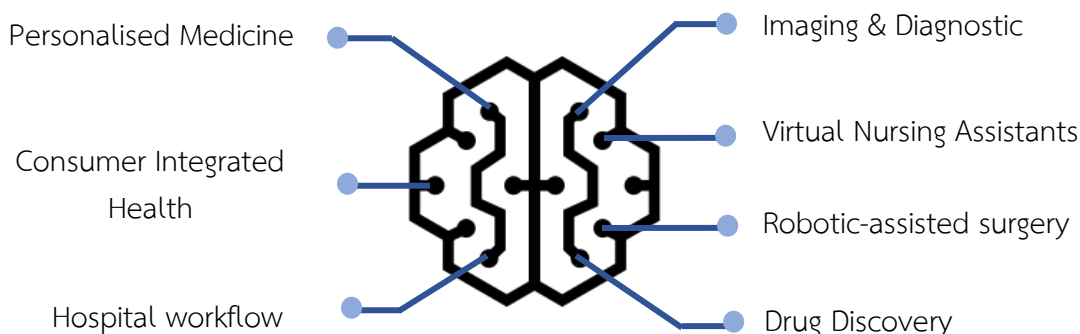
ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence; AI) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ที่หมายถึงเครื่องจักรกลหรือระบบที่มีคุณสมบัติและความสามารถคล้ายมนุษย์หรือเลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ โดยเฉพาะในแง่สติปัญญา ความคิดเชิงเหตุและผล รวมทั้งความคิดเชิงสร้างสรรค์ และทักษะทางสังคม เป็นต้น ซึ่งหนึ่งในอัลกอริทึมที่ทำให้เครื่องจักรมีความสามารถเทียบเท่าหรือเหนือกว่ามนุษย์คือ Machine Learning เป็นอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับแยกแยะและวิเคราะห์ข้อมูล เรียนรู้จากข้อมูลนั้น เพื่อสร้างโมเดลในการตัดสินใจหรือคาดการณ์เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง โดยการที่สอนให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ได้นั้นก็มีเทคนิคต่างๆ มากมาย เช่น Supervised Learning, Unsupervised Learning, Reinforcement Learning หรือ Artificial Neuron Networks เป็นต้น และหนึ่งในเทคนิคที่ถูกพูดถึงกันเป็นอย่างมาก ก็คือ “Deep Learning” จะเป็น Artificial Neural Network (ANN) ที่มีโหนดหลายๆชั้น และใช้การประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) ทำให้สามารถประมวลผลได้ครั้งละจำนวนมาก ช่วยให้การเรียนรู้ของเครื่องสามารถให้ผลลัพธ์ในการตัดสินใจและคาดการณ์ได้ดีมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 3.1 AI, Machine learning และ deep learning ที่มา: <https://medium.com/@Say2neeraj/what-is-the-difference-between-machine-learning-and-deep-learning-5795e4415be9>

ปัญญาประดิษฐ์ถูกนำมาใช้ประโยชน์หลายด้านเช่นการเงิน การศึกษา การเกษตร และด้านการแพทย์ เป็นต้น ในรายงานนี้จะขอกล่าวถึงการนำปัญญาประดิษฐ์ไปใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์ ซึ่งในด้านการแพทย์และการดูแลสุขภาพปัญญาประดิษฐ์ถูกนำใช้เพื่อช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรค ช่วยในการค้นคว้าหาชนิดใหม่ และช่วยพัฒนาวิธีการรักษาและวิธีการให้ยาแก่ผู้ป่วยแบบจำเพาะต่อบุคคล เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 3.2 การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในทางการแพทย์ เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมปัญญาประดิษฐ์ที่เติบโตอย่างรวดเร็ว โดยมีการคาดการณ์ว่าจะมีมูลค่าจาก \$663.8 million ในปี 2014 เพิ่มขึ้นเป็น \$6.6 billion ปี 2021 และมีอัตราการเติบโต

ประจำปี (CAGR) 40-50% นอกจากนี้ปัญญาประดิษฐ์ยังกลายเป็นวาระสำคัญระดับชาติ เนื่องจากประเทศมหาอำนาจหลายๆ ประเทศต้องการเป็นผู้นำในด้านนี้ ในปี 2560 ประธานาธิบดีวลาดิมีร์ ปูติน กล่าวกับนักเรียนรัสเซียในวันเปิดภาคเรียนว่าปัญญาประดิษฐ์คืออนาคตของมนุษยชาติ ที่สร้างโอกาสมหาศาลในอนาคต ใครที่เป็นผู้นำด้านปัญญาประดิษฐ์จะเป็นผู้นำของโลกอนาคต⁸ และรัสเซียก็พร้อมที่จะลงทุนทรัพยากรต่างๆ เพื่อพัฒนาด้านนี้อย่างเต็มที่ ในขณะที่จีนได้จัดให้ปัญญาประดิษฐ์เป็นหนึ่งในแผนพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และยังประกาศว่าจีนจะต้องเป็นผู้นำด้าน AI ของโลกให้ได้ภายในปี 2030



รูปที่ 3.2 การนำปัญญาประดิษฐ์ไปใช้ประโยชน์ด้านการดูแลสุขภาพ

3.1 การวิเคราะห์สิทธิบัตร

3.1.1 การสืบค้นสิทธิบัตร

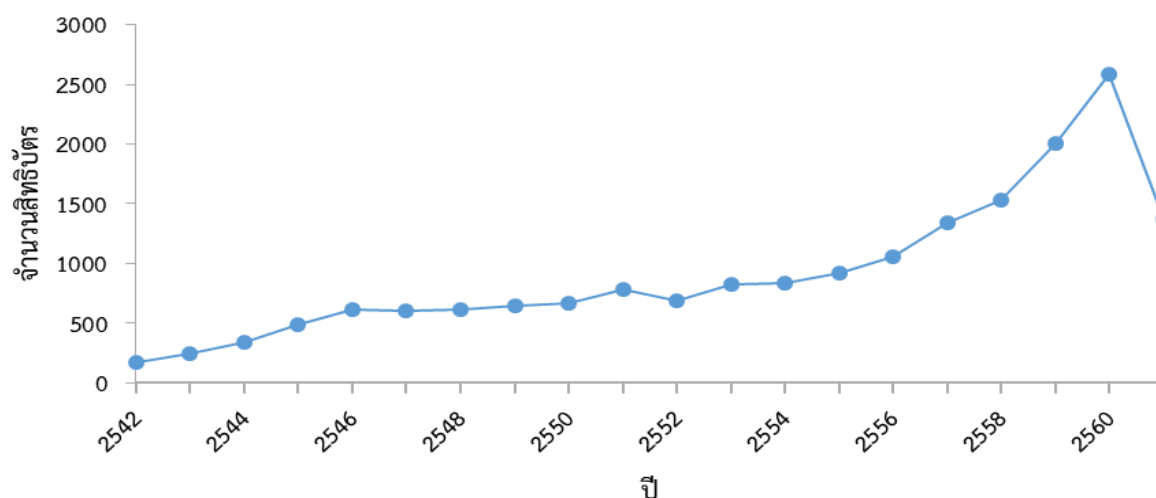
การสืบค้นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการพัฒนาตัวชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพ ซึ่งจะสืบค้นให้เห็นภาพรวมของการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการแพทย์ โดยใช้คำสืบค้น (Search term) ดังนี้ CTB=((artificial ADJ intelligence) OR (machine ADJ learning) OR (natural ADJ language) OR (neural ADJ net*) OR (deep ADJ learning) OR (cognitive ADJ comput*) OR (pattern ADJ recognition) OR (data ADJ mining)) AND ALL=(medic*) AND IC=(G06* OR A61*);

การสืบค้นจะสืบค้นจาก ชื่อเรื่อง/บทคัดย่อ/ข้อถ้อยสิทธิ (Title/Abstract/Claims; CTB) ร่วมกับสัญลักษณ์การประดิษฐ์ (International Patent Classification; IPC) ได้แก่ G06 เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์และการคำนวณ (Computing; calculating; counting) และ A61 เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์การแพทย์หรือเวชกรรมและสุขภาพ (Medical OR veterinary science; hygiene) ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2561 พบว่ามีสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 18,936 ฉบับ

3.1.2 แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตร

แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตรในช่วง 20 ปี ตั้งแต่ปี 2542-2561 แสดงดังรูปที่ 3.3 พบว่าจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการแพทย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

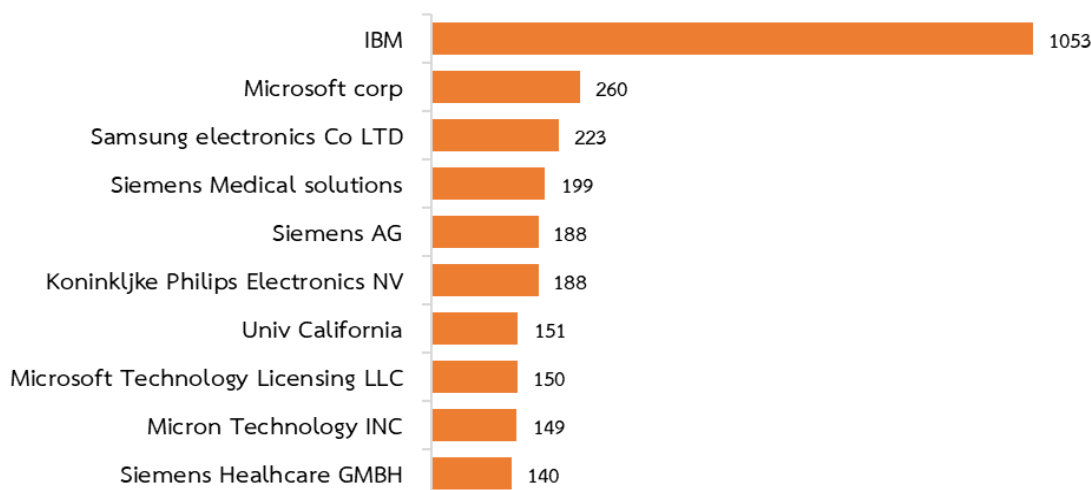
โดยเฉพาะในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีการเติบโตอย่างรวดเร็วของข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data), โครงข่ายประสาทเทียม (neural network), การประมวลผลแบบขนาน (parallel processing) และ เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์แบบคลาวด์ (Cloud technology) เป็นต้น ซึ่งทำให้เอื้อต่อการพัฒนาระบบ ปัญญาประดิษฐ์



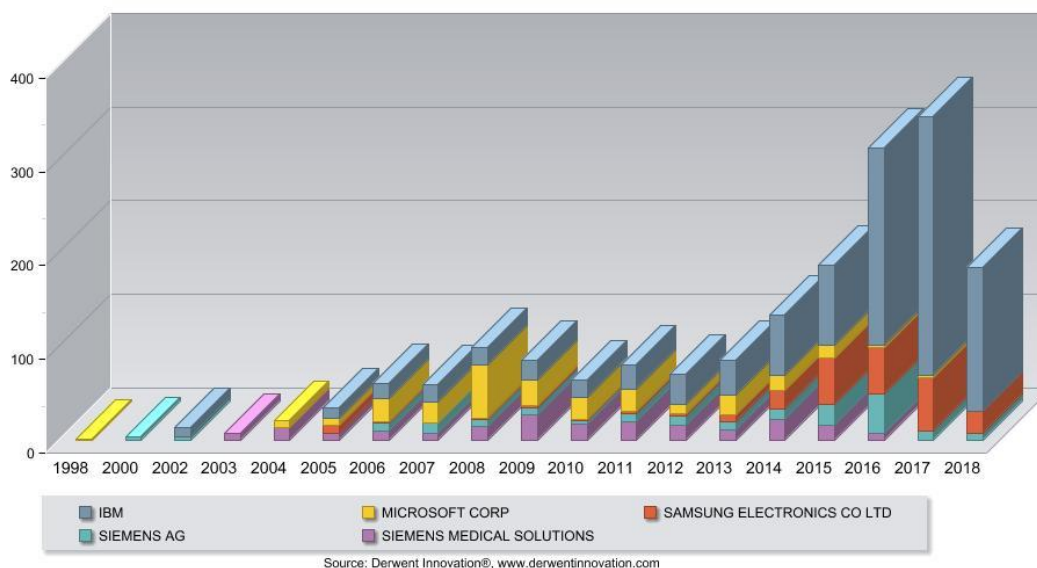
รูปที่ 3.3 แสดงจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ ในช่วงปี 2542-2561

3.1.3 ผู้ขอรับสิทธิบัตร 10 อันดับแรก

จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตามผู้ขอรับสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก แสดงดังรูป 3.4 พบว่าสำหรับบริษัทที่มีจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรมากที่สุดคือบริษัท IBM ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์และให้บริการด้านคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ รายใหญ่ของโลก จากรูปที่ 3.4 พบว่าบริษัท IBM มีจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรในช่วง 5 ปีหลังเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด รองลงมาคือบริษัท Microsoft Corp และ Samsung electronics Co LTD ตามลำดับ



Top Assignees by Year



รูปที่ 3.4 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตร จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก (บน) และจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) จำแนกตามปีที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร (ล่าง)

บริษัท IBM มีระบบปัญญาประดิษฐ์ที่มีชื่อทางการค้าว่า “IBM Watson” ซึ่งเป็นระบบประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ (Cognitive computing) โดย IBM Watson เป็นการสร้างระบบถาม-ตอบคำถามที่อ้างอิงกับลักษณะภาษาตามธรรมชาติของมนุษย์ (natural language) นอกจากนี้ระบบสามารถวิเคราะห์ภาพ แยกแยะใบหน้า วิเคราะห์ภาษาและคำพูด แปลงเสียงเป็นข้อความ วิเคราะห์น้ำเสียงหรือลักษณะอารมณ์ทางภาษา (tone analyzer) วิเคราะห์อารมณ์ความรู้สึก (emotion analysis) ประเมินความเสี่ยงและช่วยตัดสินใจเป็นต้น โดย Watson ที่ถูกนำมาใช้ในทางการแพทย์คือ Watson Health cloud แสดงดังรูปที่ 3.5 ซึ่งเป็นระบบที่มีข้อมูลทั้งจากหน่วยงาน Truven Health Analytics และฐานข้อมูลจากการसारวิชาการทางการแพทย์มากกว่า 1.2 ล้านฉบับ ซึ่งข้อมูลจะถูกนำมาประมวลผลเป็นระบบคำแนะนำทางการแพทย์และการวิเคราะห์ภาพถ่ายที่ช่วยให้แพทย์สามารถรักษาผู้ป่วยได้ดีขึ้น โดยในประเทศไทยโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ เป็นโรงพยาบาลแห่งแรกที่น่าเอาเทคโนโลยี IBM Watson ด้านโรคมะเร็ง (IBM Watson for oncology) เข้ามาช่วยแพทย์ในการประเมินและรักษาโรคมะเร็ง ตัวอย่างสิทธิบัตรระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบ Watson Health could ได้แก่

- US 8977959 B2; issued under the title Visualization of Medical Conditions in a Virtual Universe.
- US 9858385 B2; Identifying Errors In Medical Data
- US 9785749 B2; Machine Training And Search Engine For Providing Specialized Cognitive Healthcare Apparatus



รูปที่ 3.5 ระบบ Watson Health cloud ที่มา: <https://www.blognone.com/node/84141>

สำหรับบริษัท Microsoft Corp และ Microsoft technology licensing LLC มุ่งพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ที่นำมาใช้ทางการแพทย์เช่นเครื่องมือช่วยวิเคราะห์และทำนายภาวะต่างๆ และระบบข้อมูลสุขภาพส่วนบุคคล ซึ่ง Microsoft เป็นบริษัทรายแรกๆ ที่มีการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ แต่ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาถูกบริษัทคู่แข่งอย่าง IBM พัฒนาล้ำหน้าไปมาก ตัวอย่างสิทธิบัตรในช่วงปีหลังๆ จะเกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพส่วนบุคคลเช่น US9977980B2; Food logging from images และ US9949697B2; Imaging a body เป็นต้น

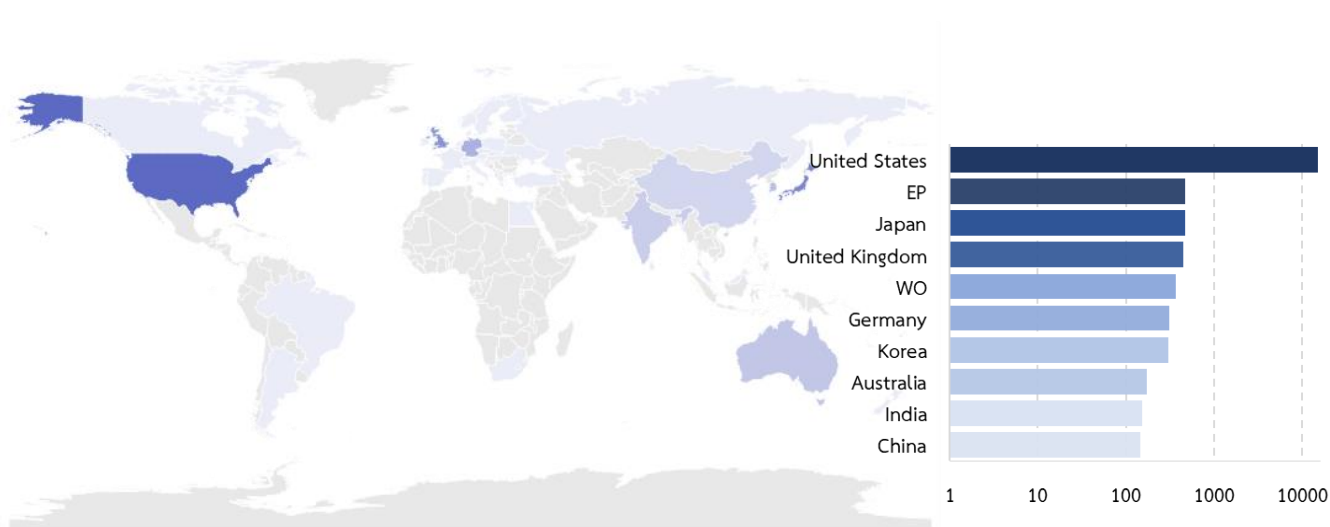
บริษัท SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD เป็นบริษัทที่มีจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ซึ่งสิทธิบัตรจะที่เกี่ยวข้องการประมวลผลภาพทางการแพทย์ เพื่อช่วยแพทย์ในการวางแผนการรักษาและวินิจฉัยโรค ตัวอย่างเช่น US9841831B2; Ultrasound Diagnosis Apparatus And Method And Computer-readable Storage Medium, US9811886B2; Image Processing Apparatus, Medical Imaging Apparatus, And Image Processing Method และระบบการจัดการข้อมูลทางการแพทย์ US 9582840 B2; Method And Apparatus For Managing Medical Data

บริษัท SIEMENS AG รวมทั้ง SIEMENS HEALTHCARE และ SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS มีคำขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพทางการแพทย์ (medical imaging) เช่น US9984772B2; Image analytics question answering และ US9977982B2; Medical image processing method and image processing system นอกจากนี้ยังมีสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลของผู้ป่วยเช่น US9949653B2; Patient signal analysis based on vector analysis, US9320445B; System for cardiac condition detection responsive to blood pressure analysis

3.1.4 ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก

ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์มากที่สุดคือประเทศสหรัฐอเมริกา คิดเป็น 80% ของจำนวนคำขอทั้งหมด เนื่องจากมีบริษัทพัฒนาและผลิตคอมพิวเตอร์รายใหญ่หลายบริษัท ทั้ง IBM, Microsoft และ Apple เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกาที่มีศักยภาพในการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวและได้ยื่นขอรับสิทธิบัตรจำนวนมากเช่น University of California และ Massachusetts Institute of Technology เป็นต้น รองลงมาก็คือประเทศญี่ปุ่น อังกฤษ เยอรมัน และเกาหลี ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 3.6 โดย WO คือคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นเข้าระบบ PCT ขององค์การทรัพย์สินทางปัญญาโลก (World Intellectual Property Organization) และ EP คือคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นผ่านสำนักงานสิทธิบัตรยุโรป (European Patent Office: EPO)

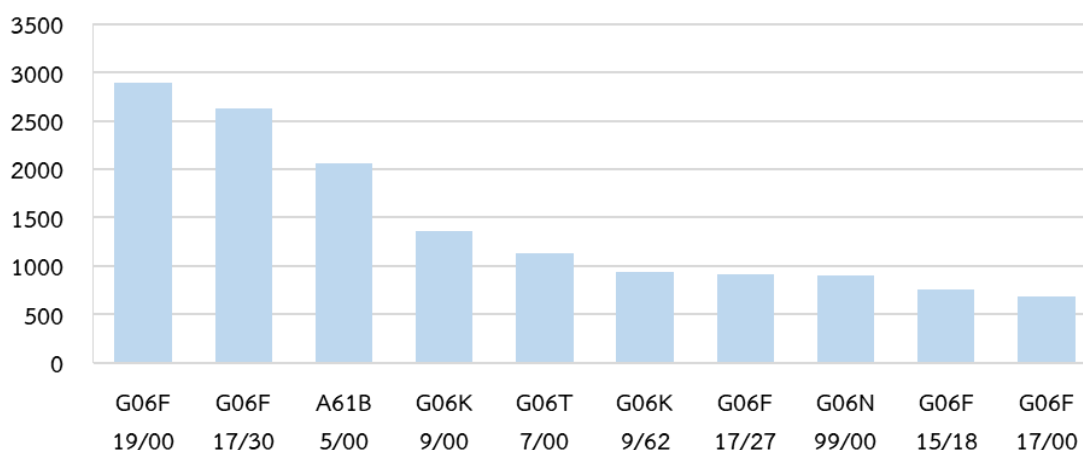
อีกหนึ่งประเทศที่มีการขับเคลื่อนพัฒนาด้านนี้อย่างจริงจังก็คือประเทศจีน ซึ่งประเทศจีนมีจำนวนผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เรื่องปัญญาประดิษฐ์เป็นอันดับต้นๆ ของโลก โดยจีนได้ประกาศว่าจะเป็นผู้นำโลกในด้าน AI ภายในปี 2030 ซึ่งรัฐบาลจีนได้ลงทุนมหาศาลเพื่อวิจัยและพัฒนาด้าน AI เพื่อให้เทคโนโลยี AI สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ และส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจในภาพรวม นอกจากนี้จีนยังได้เร่งพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้าน AI โดยเปิดโรงเรียนสอนปัญญาประดิษฐ์และบรรจุหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับ AI ลงในชั้นเรียนประถมและมัธยม ด้านบริษัทเอกชนของจีนอย่างบริษัท Baidu, Alibaba และ Tencent มีการลงทุนวิจัยสร้างศูนย์วิจัยจ้างผู้เชี่ยวชาญด้าน AI เพื่อพัฒนาเทคโนโลยี AI ให้ทัดเทียมกับบริษัทในสหรัฐอเมริกา เช่นบริษัท Tencent ได้เปิด AI Lab ที่มีวิสัยทัศน์คือ “Make AI Everywhere”



รูปที่ 3.6 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตามประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตร

3.1.5 กลุ่มเทคโนโลยี

กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ 10 อันดับแรก แสดงดังรูปที่ 3.7 และแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ดังตารางที่ 3.1 พบว่าสิทธิบัตรส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม G06 เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์และการคำนวณ (Computing; calculating; counting) และ A61 เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์การแพทย์หรือเวชกรรมและสุขลักษณะ (Medical OR veterinary science; hygiene) และเมื่อจัดกลุ่มเทคโนโลยีตาม DWPI classification พบว่ากลุ่มเทคโนโลยีหลักที่เกี่ยวข้องแสดงดังรูปที่ 3.8 ได้แก่ Digital Computers (39%), Electrical Medical Equipment (19%) and Diagnosis/surgery (10%) ซึ่งกลุ่มเทคโนโลยีส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับวิธีทางคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ ตรวจวัด ประมวลผล การตัดสินใจ ในทางการแพทย์และการประยุกต์ใช้สำหรับการวินิจฉัยโรคและการผ่าตัด

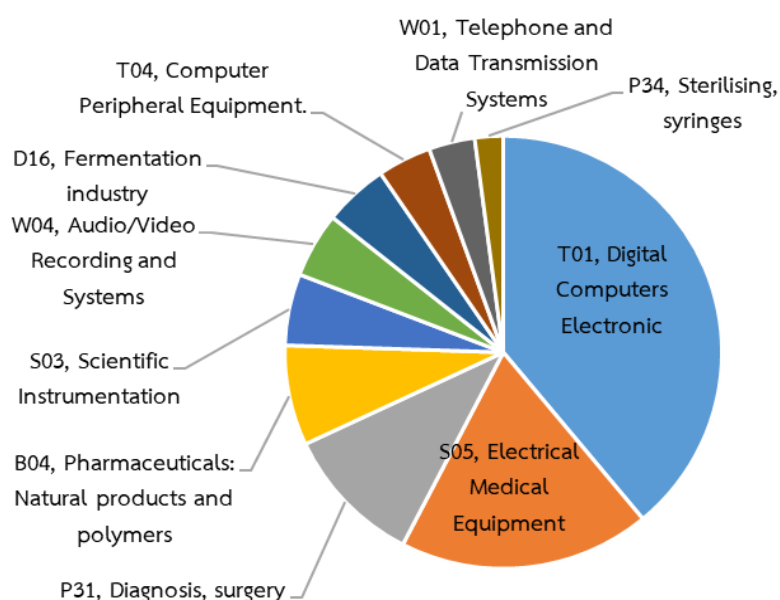


รูปที่ 3.7 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์

ตารางที่ 3.1 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์

สัญลักษณ์การประดิษฐ์	คำอธิบาย
G06F 19/00	G06F- ELECTRIC DIGITAL DATA PROCESSING (computer systems based on specific computational models G06N) 19/00- Digital computing or data processing equipment or methods, specially adapted for specific applications (specially adapted for specific functions)
G06F 17/30	G06F- see above 17/00-Information retrieval; Database structures therefor
A61B 5/00	G61B- DIAGNOSIS; SURGERY; IDENTIFICATION

	5/00- Measuring for diagnostic purposes
G06K 9/00	G06K- RECOGNITION OF DATA; PRESENTATION OF DATA; RECORD CARRIERS; HANDLING RECORD CARRIERS 9/00- Methods or arrangements for reading or recognising printed or written characters or for recognising patterns, e.g. fingerprints
G06T 7/00	G06T- IMAGE DATA PROCESSING OR GENERATION, IN GENERAL 7/00- Image analysis
G06K 9/62	G06K- see above 9/62- Methods or arrangements for recognition using electronic means
G06F 17/27	G06F- see above 17/27- Automatic analysis, e.g. parsing, orthograph correction
G06N 99/00	G06N- COMPUTER SYSTEMS BASED ON SPECIFIC COMPUTATIONAL MODELS 99/00- Subject matter not provided for in other groups of this subclass
G06F 15/18	G06F- see above 15/18- in which a program is changed according to experience gained by the computer itself during a complete run; Learning machines
G06F 17/00	G06F- see above 17/00- Digital computing or data processing equipment or methods, specially adapted for specific functions



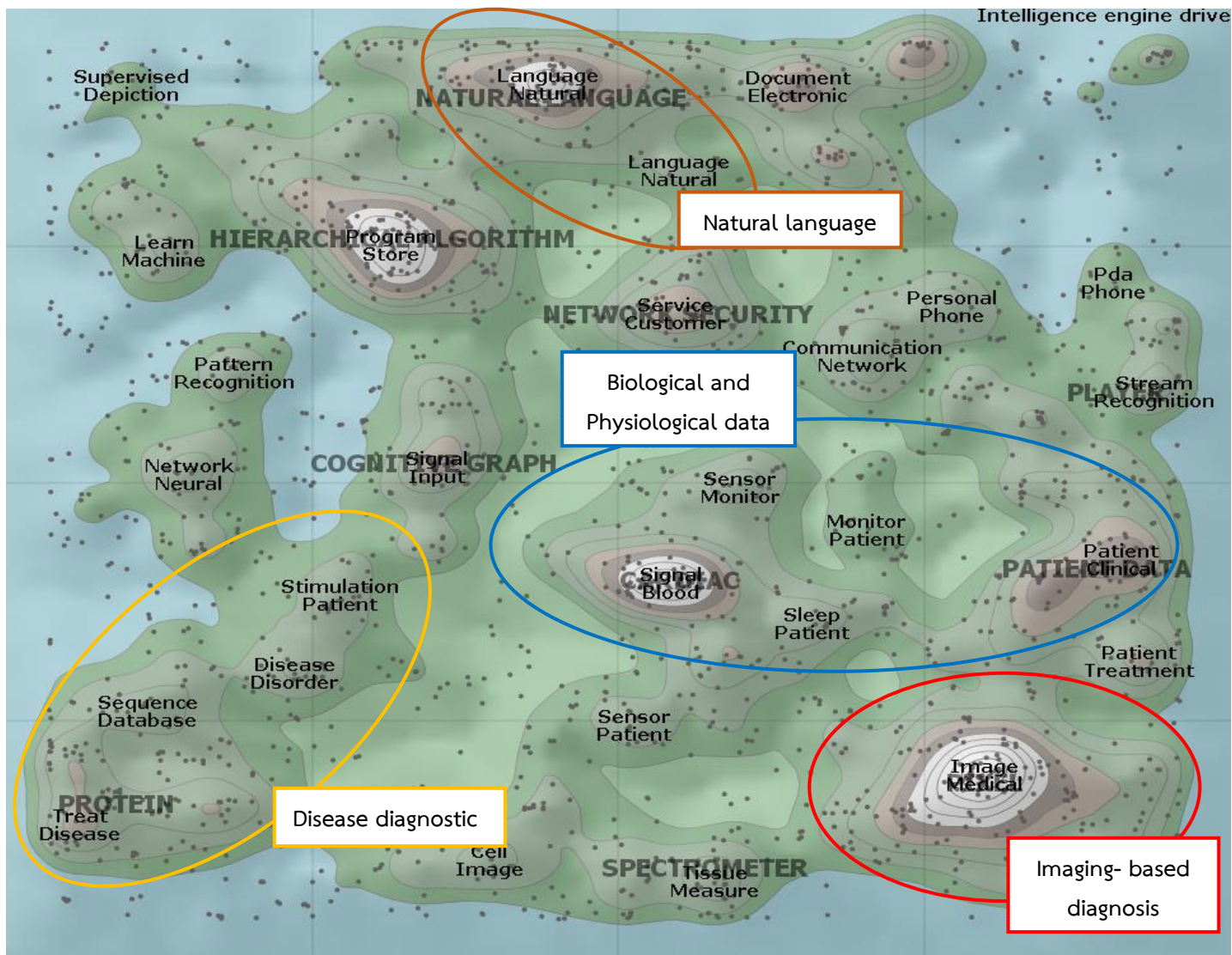
รูปที่ 3.8 กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตาม DWPI classification

3.1.6 แผนที่ Theme scape

แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ แสดงดังรูปที่ 3.9 ซึ่งปัญญาประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์จะเกี่ยวข้องกับการใช้ภาพถ่ายทางการแพทย์มาประมวลผลเพื่อช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรค เช่น สิทธิบัตร US9980704B2; Non-invasive image analysis techniques for diagnosing diseases ซึ่งใช้ Machine learning ในการประมวลผลภาพอัลตราซาวด์เพื่อทำนายภาวะการหายใจผิดปกติของทารกแรกเกิด โรคความเสื่อมของระบบประสาท โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น US9943225B1; Early prediction of age related macular degeneration by image reconstruction เป็นการใช้ neural network ในการประมวลผลภาพที่ได้จากเครื่องตรวจวิเคราะห์ภาพตัดขวางชั่วประสาทตาด้วยเลเซอร์ (Optical Coherence Tomography) และทำนายภาวะก่อนการเกิดโรคจุดภาพชัดที่จอตาเสื่อมในผู้สูงอายุ (Age related Macular degeneration; AMD) ซึ่งเป็นหนึ่งสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้สูงอายุสูญเสียการมองเห็น

นอกจากนี้ยังมีสิทธิบัตรจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับการนำข้อมูลผู้ป่วยมาประมวลผลด้วยปัญญาประดิษฐ์เช่นสิทธิบัตรเลขที่ US 2014/0278388 A1; Systems And Methods For Identifying Patient Distress Based On A Sound Signal เป็นระบบการประเมินภาวะความวิตกกังวลของผู้ป่วยจากสัญญาณเสียง US 8898798 B2; Systems And Methods For Medical Information Analysis With Deidentification And Reidentification เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางการแพทย์เพื่อเป็นข้อมูลช่วยแพทย์ประกอบการตัดสินใจในการเปลี่ยนวิธีการรักษาผู้ป่วย และ US20170308671A1; Personal health awareness system and methods เป็นระบบการประเมินภาวะสุขภาพก่อนการเกิดโรคเช่นโรคเบาหวาน โดยระบบจะทำการประมวลผลจากข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยและข้อมูลจากอุปกรณ์สวมใส่ เป็นต้น

สำหรับระบบปัญญาประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับการรักษา การประเมินสภาวะของโรค และการทำนายโรคต่างๆ เช่น WO 2006/093507 A2; Methods And Systems For Predicting Cancer Outcome เป็นระบบที่ทำนายภาวะผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (colorectal cancer) ว่าผู้ป่วยว่าจะมีอาการแย่ง (poor prognosis) หรือมีอาการดีขึ้น (good prognosis) โดยประมวลผลจากเครื่องหมายทางพันธุกรรม (genetic markers) สำหรับ สิทธิบัตรเลขที่ WO 2017/116817 A2; Testing Of Medicinal Drugs And Drug Combinations เป็นตัวอย่างของการใช้การเรียนรู้ของเครื่องจักร (machine learning) เพื่อทดสอบยาหรือยา 2 ชนิดที่ใช้ร่วมกัน (drug combination) เพื่อระบุว่ายาชนิดใดจะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการรักษาผู้ป่วยเฉพาะบุคคล



รูปที่ 3.9 แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์

3.1.7 ความอิสระในการดำเนินการ (freedom to operate)

การสืบค้นความอิสระในการดำเนินการเป็นการสืบค้นเพื่อวิเคราะห์ว่าเทคโนโลยีที่สนใจนั้น จะสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้โดยไม่ไปละเมิดสิทธิผู้อื่น แม้ว่าเมื่อสืบค้นสิทธิบัตรจากฐานข้อมูลทั่วโลกพบว่าปัญหาประดิษฐ์สำหรับนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์จะมีจำนวนมากและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา ดังนั้นความอิสระในการดำเนินการในต่างประเทศอาจจะต้องมีการพิจารณาอย่างละเอียด แต่เมื่อสืบค้นด้วยคำค้น “ปัญหาประดิษฐ์ OR โครงข่ายประสาทเทียม” ในฐานข้อมูลสิทธิบัตรไทย (กรมทรัพย์สินทางปัญญา) สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2561 พบว่ามีคำขอรับสิทธิบัตรทั้งหมดเพียง 33 ฉบับ เป็นของไทย 24 ฉบับ และสิทธิบัตรต่างประเทศ 9 ฉบับ และเมื่อพิจารณาสิทธิบัตรทั้งหมดพบว่าสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาประดิษฐ์กับการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพมีเพียง 2 ฉบับ แสดงดังตารางที่ 3.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในประเทศไทยเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถพัฒนาต่อยอดและนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้อีกมาก

ตารางที่ 3.2 สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาประดิษฐ์กับการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพ

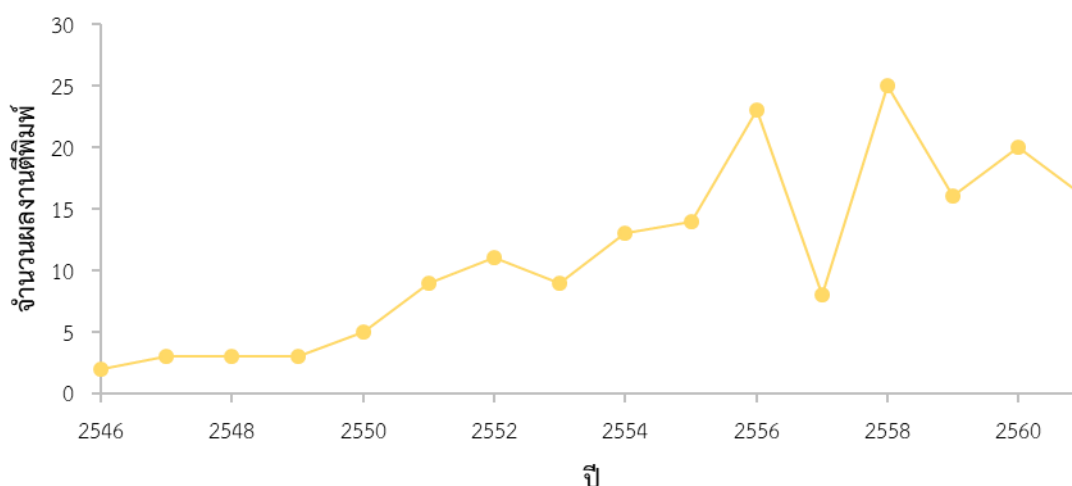
ลำดับ	เลขที่คำขอ	เลขที่ประกาศ	เลขที่สิทธิบัตร	ชื่อสิ่งประดิษฐ์/การออกแบบ	ผู้ขอจดสิทธิบัตร	ผู้ประดิษฐ์/การออกแบบ
1	0201004090	70083	-	"ระบบสำหรับวิเคราะห์จอประสาทตาที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากโรคเบาหวานอย่างอัตโนมัติ"	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	นางสาวจันทร์จิรา สิทนะโยธิน, นายสุธี ผู้เจริญชัยชนะ, นายอภิชาติ สิงคาลวณิช
2	1601006910	167947	-	เครื่องวิเคราะห์ก๊าซแบบพกพาที่บ่งบอกถึงความเป็นเอกลักษณ์ของโรคต่างๆ จากก๊าซที่อยู่ในลมหายใจ	บริษัท เฮลท์ อินโนวิชั่น จำกัด	วีระชัย นาสัมพันธ์, ภาณุเดช ประมูลสิน, วรินทร์ ไชยโรจน์รัตน์

3.2 การวิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทย

การวิเคราะห์ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติของนักวิจัยไทย จะทำการสืบค้นผลงานวิจัยจากฐานข้อมูล Institute for Scientific Information (ISI) จากเว็บไซต์ www.webofknowledge.com แสดงคำสืบค้นและจำนวนผลงานตีพิมพ์ดังตารางที่ 3.3 ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2561 พบว่าผลงานตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญหาประดิษฐ์มีจำนวน 939 ฉบับ และเกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์มีจำนวน 180 ฉบับ โดยจำนวนผลงานตีพิมพ์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 3.10 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนสิทธิบัตรกับจำนวนผลงานวิจัยพบว่าผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยมีจำนวนมากในระดับหนึ่ง ซึ่งแสดงถึงศักยภาพในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีนี้ แต่ยังขาดการส่งเสริมและผลักดันให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

ตารางที่ 3.3 คำสืบค้นและจำนวนผลงานตีพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์
ในด้านการแพทย์

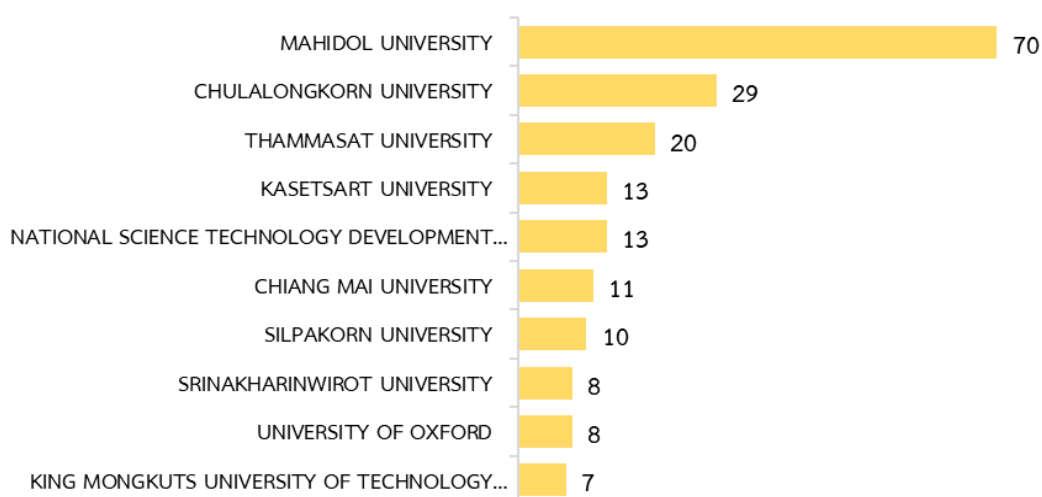
คำสืบค้น	จำนวนผลงานตีพิมพ์
TOPIC: ("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "natural language" OR "neural net*" OR "deep learning" OR "cognitive comput*" OR "pattern recognition" OR "data mining")	22,426
TOPIC: ("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "natural language" OR "neural net*" OR "deep learning" OR "cognitive comput*" OR "pattern recognition" OR "data mining") AND ADDRESS: (Thailand)	939
TOPIC: ("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "natural language" OR "neural net*" OR "deep learning" OR "cognitive comput*" OR "pattern recognition" OR "datamining") AND TOPIC: (medic* OR health OR disease OR drug OR patient) AND ADDRESS: (Thailand)	180



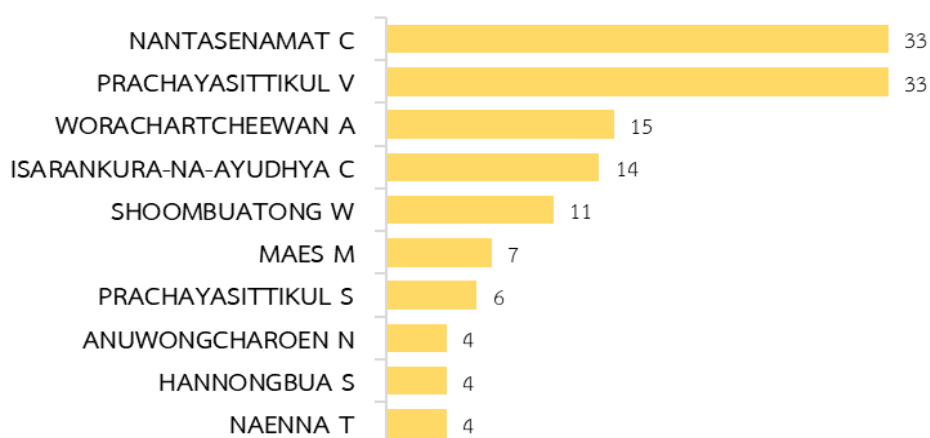
รูปที่ 3.10 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์
ในด้านการแพทย์

สำหรับการจำแนกผลงานตีพิมพ์ตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย แสดงดังรูปที่ 3.11 พบว่ามหาวิทยาลัยที่ตีพิมพ์ผลงานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์มากที่สุดได้แก่ มหาวิทยาลัยมหิดล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตามลำดับ โดยนักวิจัยที่

ตีพิมพ์ผลงานมากที่สุดคือ 1) รศ.ดร.ชนินทร์ นันทเสนามาตร์ อาจารย์ประจำศูนย์เหมืองข้อมูลและชีวการแพทย์ สารสนเทศ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2) ศาสตราจารย์ ดร.วีระพงศ์ ปรัชชญาสิทธิกุล อาจารย์ประจำภาควิชาจุลชีววิทยาคลินิกและเทคโนโลยีประยุกต์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล และ 3) อ. ดร. อภิลักษณ์ วรชาติชีวัน อาจารย์ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ชุมชน คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล ตามลำดับ โดยอาจารย์ทั้งสามท่านอยู่ในกลุ่มวิจัยเดียวกัน ซึ่งงานวิจัยจะเกี่ยวข้องการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อค้นคว้าหายาใหม่ๆ (Drug discovery) และการประเมินสภาวะของร่างกาย



รูปที่ 3.11 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย



รูปที่ 3.12 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ จำแนกตามผู้เขียน

3.3 หลักเกณฑ์ ภาวะเทียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ปัญญาประดิษฐ์เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาอันสั้น ทำให้ยังไม่มีภาวะเทียบ ข้อบังคับหรือมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาอย่างชัดเจนในการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้งานในด้านการแพทย์ แต่ในหลายประเทศได้มีการวางแผนที่ออกหลักเกณฑ์ ภาวะเทียบ และมาตรฐาน เช่นประเทศจีนได้มีการวางแผนจัดตั้งกฎหมายและระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ บรรทัดฐานทางจริยธรรม ระบบนโยบาย การจัดทำระบบ การประเมินความสามารถในการควบคุมและการรักษาความปลอดภัยภายในปี พ. ศ. 2568 ¹⁰ สำหรับองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration; FDA) ได้รับรองระบบปัญญาประดิษฐ์ระบบแรกที่สามารถวินิจฉัยอาการป่วยได้โดยไม่ต้องอาศัยการตรวจสอบโดยแพทย์เฉพาะทาง ระบบดังกล่าวคือ IDx-DR ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถวิเคราะห์ภาพถ่ายดวงตาและวินิจฉัยอาการภาวะเบาหวานขึ้นจอตา โดยจากการทดสอบทางคลินิกพบว่าในการวิเคราะห์ภาพถ่ายดวงตากว่า 900 ภาพ IDx-DR สามารถตรวจพบผู้มีอาการป่วยได้ถูกต้อง 87.4% และวินิจฉัยว่าไม่ป่วยถูกต้อง 89.5% ¹¹ สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับ IDx-DR ได้แก่ US 9924867 B2; Automated Determination Of Arteriovenous Ratio In Images Of Blood Vessels นอกจากนี้ FDA ยังได้รับรอง OsteoDetect ซอฟต์แวร์ที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยตรวจจับการแตกหักของกระดูก (distal radius fracture) ในผู้ป่วย โดยวิเคราะห์จากภาพ X-ray และระบุตำแหน่งลงไปบนภาพเพื่อให้แพทย์วินิจฉัยต่อไป การรับรองนี้ทำให้บริษัท Imagen สามารถนำ OsteoDetect ทำตลาดและจำหน่ายให้โรงพยาบาลหรือคลินิกต่างๆ ได้ ¹²

4. เทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ

เซนเซอร์คืออุปกรณ์หรือระบบที่ใช้สำหรับตรวจจับสัญญาณหรือการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ รวมทั้งใช้สำหรับตรวจวัดการเปลี่ยนแปลง คุณสมบัติ หรือลักษณะของสารเป้าหมาย เซนเซอร์แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1. เซนเซอร์ทางกายภาพ (Physical Sensor) คือ เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความดัน และความชื้น เป็นต้น 2. เซนเซอร์ทางเคมี (Chemical Sensor) คือเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดสารเคมีต่างๆ โดยอาศัยปฏิกิริยาจำเพาะทางเคมี และมีการแปลงเป็นสัญญาณที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ เช่น เซนเซอร์ตรวจวัดโลหะหนัก และสารเคมีปนเปื้อนในดินและน้ำ เป็นต้น 3. เซนเซอร์ทางชีวภาพ (Biosensor) คือ เซนเซอร์ที่ใช้ตรวจวัดสารเป้าหมาย โดยอาศัยสารชีวภาพที่มีความจำเพาะต่อสารเป้าหมาย เช่น เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด¹³

ปัจจุบันความต้องการอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่สามารถใช้ติดตามสภาวะสุขภาพ ณ จุดดูแลผู้ป่วย (point of care) หรือสามารถติดตามสภาวะสุขภาพได้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นอุปกรณ์เซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์จึงตอบโจทย์ความต้องการดังกล่าว เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก พกพาและใช้งานง่าย รวมทั้งมีประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งในรายงานนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพในภาพรวม และนำเสนอเซนเซอร์ทั้งหมด 3 แพลตฟอร์มได้แก่เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี จมูกอิเล็กทรอนิกส์ และไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ

4.1 การวิเคราะห์สิทธิบัตร

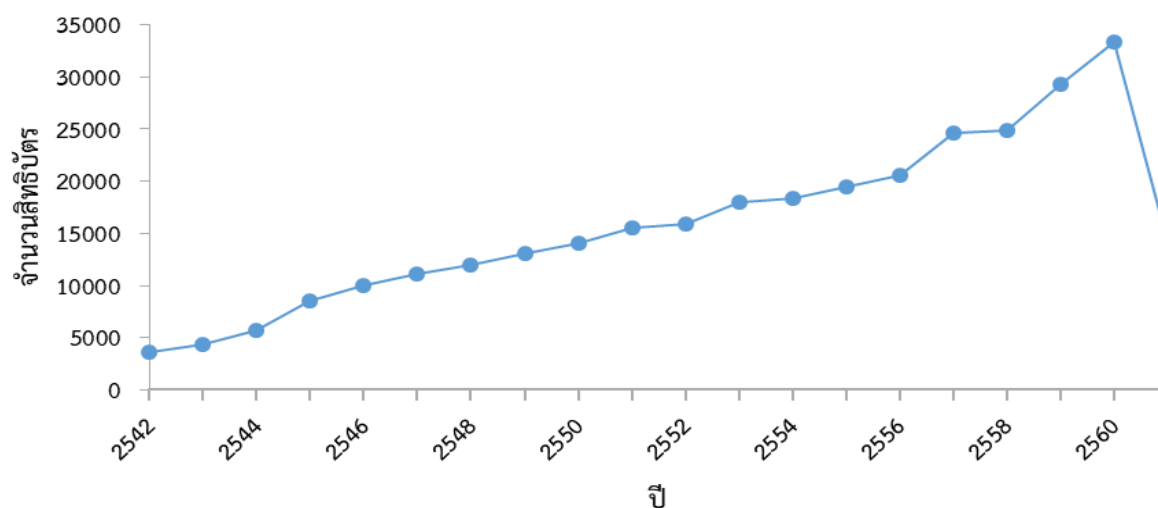
4.1.1 เทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ

- การสืบค้นสิทธิบัตร

การสืบค้นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ ใช้คำสืบค้น (key word) ดังนี้ *CTB=(sensor OR sensing OR biosensor OR bio-sensor) AND ALL=(health OR illness OR disease OR degenerative OR physiologi*)*; โดยสืบค้นจาก ชื่อเรื่อง/บทคัดย่อ/ข้อถ้อยสิทธิ (Title/Abstract/Claims; CTB) ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2561 พบว่ามีสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 350,744 ฉบับ

- แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตร

แนวโน้มจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพตั้งแต่ปี 2542-2561 แสดงดังรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มจำนวนสิทธิบัตรในช่วง 20 ปี เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจำนวนสิทธิบัตรมีจำนวนมากตั้งแต่ช่วงแรกๆ ของการพัฒนาเทคโนโลยีจนมาถึงปัจจุบัน ส่งผลให้ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพออกวางขายจำนวนมาก



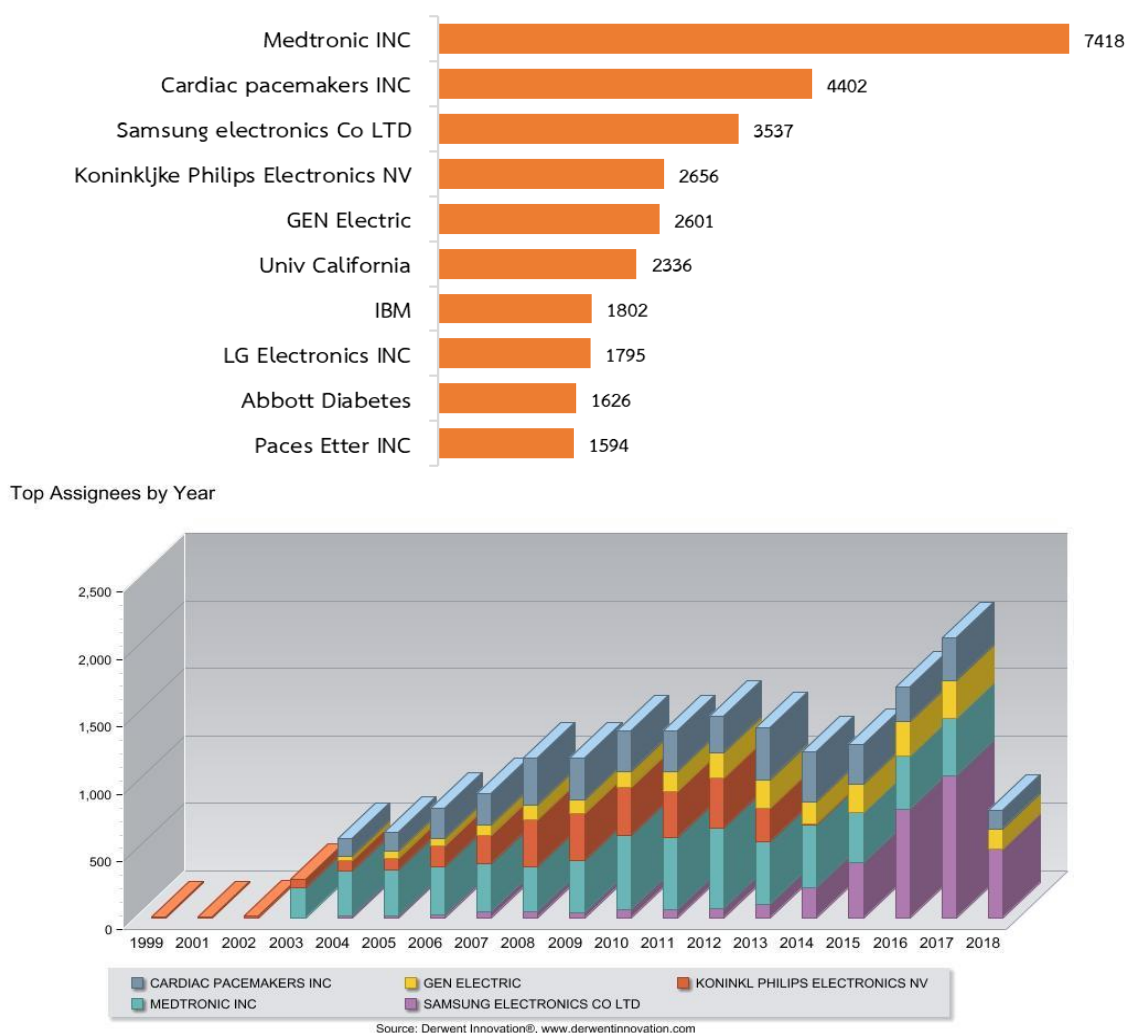
รูปที่ 4.1 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ ในช่วงปี 2542-2561

- ผู้ขอรับสิทธิบัตร 10 อันดับแรก

จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรเกี่ยวข้องกับเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอรับสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก แสดงดังรูป 4.2 พบว่าบริษัทที่มีจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรมากที่สุดคือบริษัท Meditronic INC, Cardiac Pacemakers INC และ Samsung Electronics Co ตามลำดับ โดยสองบริษัทแรกได้ยื่นขอจดสิทธิบัตรอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2546 ในขณะที่บริษัท SAMSUNG เพิ่งมีการยื่นขอจดสิทธิบัตรในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา นั้นแสดงให้เห็นว่าบริษัท Samsung กำลังให้ความสนใจในเทคโนโลยีดังกล่าวและกำลังเร่งพัฒนาให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายใหญ่ในตลาดได้ สำหรับ Meditronic INC เป็นบริษัทที่พัฒนาออกแบบผลิตและจัดจำหน่ายเครื่องมือหรือเครื่องใช้ที่ช่วยบรรเทาอาการปวด (Alleviate pain), ฟื้นฟูสภาวะสุขภาพ (restore health) และยืดอายุ (extent) ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะมีหลากหลาย โดยส่วนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพเช่นอุปกรณ์วัดปริมาณกลูโคสแบบ real-time ควบคู่กับเครื่อง Insulin pump ที่สามารถปล่อยอินซูลินเข้าสู่ร่างกาย ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานให้อยู่ในระดับปกติ ตัวอย่างสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องเช่น US6809653B1; Telemetered Characteristic Monitor System And Method Of Using The Same และ US7819843B2; External Infusion Device With Remote Programming, Bolus Estimator And/or Vibration Alarm Capabilities

บริษัท Cardiac Pacemakers INC เป็นบริษัทในเครือของ Boston Scientific Corporation โดยพัฒนาและผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับการจัดการจังหวะการเต้นของหัวใจ (cardiac rhythm management devices) ซึ่งได้แก่เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าหัวใจ (pacemakers) และเครื่องกระตุกหัวใจ (defibrillator) ตัวอย่างสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องได้แก่ US 9993654; Modular antitachyarrhythmia therapy system, US 9999359; System and methods for detecting atrial tachyarrhythmia using hemodynamic sensors และ US 9999368;

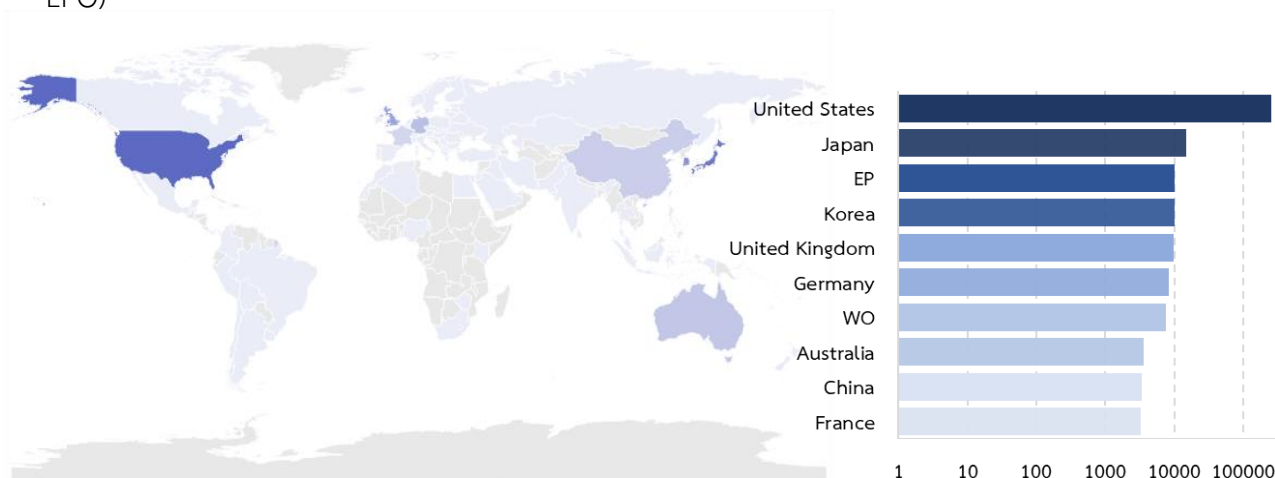
Atrial fibrillation detection เป็นต้น ในขณะที่บริษัท Samsung Electronics Co จะมุ่งพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เช่นโทรศัพท์ แท็บเล็ต หรืออุปกรณ์สวมใส่ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการติดตามสถานะสุขภาพได้เช่น SAMSUNG ได้พัฒนาสมาร์ทโฟนรุ่น Galaxy S9 และ S9+ ร่วมกับ University of California at San Francisco (UCSF) Hospitals ซึ่งใช้ optical sensor ที่ติดตั้งอยู่ภายในเครื่องสมาร์ทโฟนในการตรวจวัด heart load factor (HLF) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความดันเลือดและความเครียด พร้อมทั้งออกแบบแอปพลิเคชันในการจัดการระดับความดันเลือดและระดับความเครียด ตัวอย่างสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องเช่น US 2017/0112395 A1; Method And Apparatus For Estimating Blood Pressure และ US 2018/0110427 A1; Blood Pressure Measurement Apparatus, Portable Pressure Measurement Apparatus, And Calibration Method For Blood Pressure Measurement Apparatus เป็นต้น



รูปที่ 4.2 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์สำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก (บน) และจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) จำแนกตามปีที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร (ล่าง)

- ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก

ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุดคือประเทศสหรัฐอเมริกา คิดเป็น 73.12% ของจำนวนคำขอทั้งหมด รองลงมาคือประเทศญี่ปุ่น เกาหลี อังกฤษ เยอรมัน ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.3 โดย WO คือคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นเข้าระบบ PCT ขององค์การทรัพย์สินทางปัญญาโลก (World Intellectual Property Organization) และ EP คือคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นผ่านสำนักงานสิทธิบัตรยุโรป (European Patent Office: EPO)



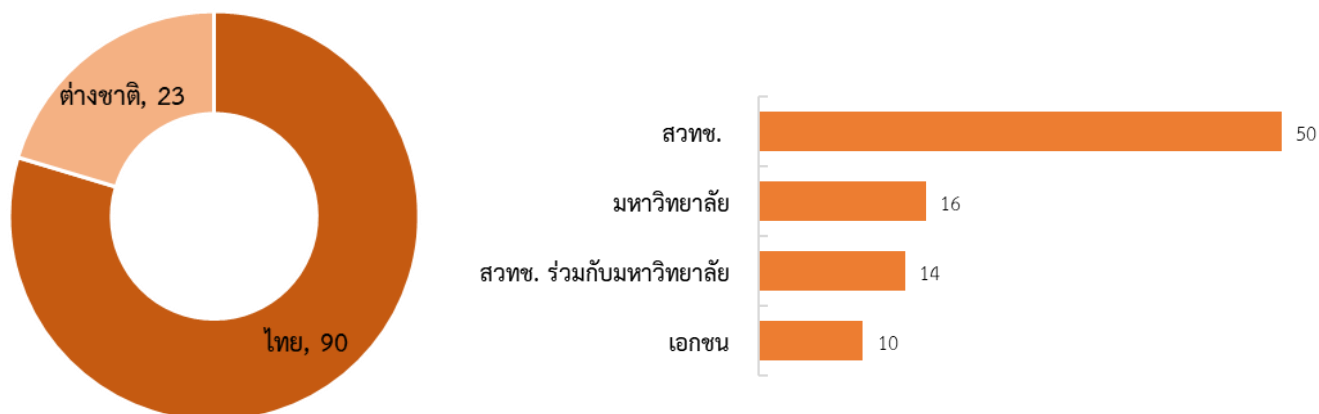
รูปที่ 4.3 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์สำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ จำแนกตามประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก

ในการสืบค้นเพื่อตรวจสอบสิทธิบัตรไทยที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในต่างประเทศด้วยคำค้น CTB=(sensor OR sensing OR biosensor OR bio-sensor) AND ALL=(health OR illness OR disease OR degenerative OR physiologi*) AND AC=(TH); โดย AC ย่อมาจาก Assignee และ TH ย่อมาจาก Thailand พบว่ามีสิทธิบัตรทั้งหมด 7 ฉบับ แสดงดังรูปที่ 4.4 โดยเป็นของหน่วยงานภาครัฐ 4 ฉบับ และภาคเอกชน 3 ฉบับ รายละเอียดแสดงในภาคผนวก

- ความอิสระในการดำเนินการ

การสืบค้นสิทธิบัตรที่ขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย จะสืบค้นฐานข้อมูลสิทธิบัตรของกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ โดยใช้คำสืบค้นคือ “เซนเซอร์ OR ไบโอเซนเซอร์” ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน 2561 พบว่ามีจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 1432 ฉบับ จากนั้นผู้วิจัยได้คัดกรองสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสถานะสุขภาพ จากสัญลักษณ์การประดิษฐ์ บกคัตย่อ ข้อถ้อยสิทธิ และบทสรุปการประดิษฐ์ พบว่ามีสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 113 ฉบับ จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์สำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ จำแนกตามหน่วยงานที่ยื่นขอ แสดงดังรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่เป็นสิทธิบัตรของหน่วยงานภาครัฐและหาก

แบ่งแยกตามประเภทของเซนเซอร์ได้แก่ เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี จมูกอิเล็กทรอนิกส์ และไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ จะพบว่าสิทธิบัตรที่ยื่นขอจดยังมีจำนวนไม่มากนักแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ดังนั้นการพัฒนาเซนเซอร์สำหรับการติดตามภาวะสุขภาพยังถือว่ามีความอิสระในการดำเนินในประเทศไทย สำหรับความอิสระในการดำเนินการในต่างประเทศจะต้องศึกษามีการศึกษาอย่างละเอียด เนื่องจากมีการมีคำขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์สำหรับการติดตามภาวะสุขภาพจำนวนมาก



รูปที่ 4.4 จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามหน่วยงานที่ยื่นขอ

สำหรับเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพจะมีหลากหลายแพลตฟอร์ม ซึ่งในปัจจุบันงานวิจัยทางเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์จะเน้นการพัฒนาเซนเซอร์ที่สามารถนำไปใช้ตรวจวัดได้ ณ จุดดูแลผู้ป่วย (point-of-care) เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถติดตามสภาวะสุขภาพของตนเองได้ง่าย สะดวก และรวดเร็วมากขึ้น ดังนั้นในรายงานนี้จึงนำเสนอการวิเคราะห์สิทธิบัตรของเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพตามแพลตฟอร์มดังต่อไปนี้ เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี (electrochemical sensors) จมูกอิเล็กทรอนิกส์ (electronic nose) และไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ (paper-Based Biosensors)

นอกจากเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์จะถูกนำไปใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจวัด ณ จุดดูแลผู้ป่วย เซนเซอร์ยังเป็นส่วนที่สำคัญในการทำงานของหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์มีฟังก์ชันที่หลากหลายมากขึ้น รูปที่ 4.5 แสดง Heat map ของจำนวนคำขอรับสิทธิบัตร จำแนกตามประเภทของเซนเซอร์ที่ถูกติดตั้งในหุ่นยนต์ การวิเคราะห์ดังกล่าวจะทำให้ทราบถึงความพร้อมของเทคโนโลยี (technology readiness) ซึ่งพบว่าเซนเซอร์ที่ถูกพัฒนาและติดตั้งในหุ่นยนต์มากที่สุด ได้แก่ Image processing, blood pressure, fall detection, e-nose และ IR eye ตามลำดับ สำหรับเซนเซอร์ประเภทอื่นๆ จัดอยู่ในกลุ่ม under-developed

Blood pres	Stethosco	E-nose	IR eye	Calcium se	Cataract	Optical de	Image pro	Fall detect	Hearing te	EEG
0	0	1	0	0	0	0	7	2	0	0
4	0	1	0	2	0	1	19	4	2	0
2	0	3	1	2	0	0	38	9	0	0
4	0	2	1	1	0	1	63	16	1	0
11	0	2	4	1	0	1	75	12	2	0
15	0	2	8	4	1	4	190	25	0	0
13	0	2	3	0	2	2	164	20	2	2
5	0	2	7	3	1	0	205	14	0	0
10	0	2	5	2	0	0	190	20	1	0
16	2	2	7	0	0	2	230	16	1	0
11	0	2	4	1	0	1	256	21	2	0
13	1	2	2	0	0	2	235	17	0	2
9	0	2	2	0	0	2	268	24	1	2
11	0	3	2	4	0	1	278	28	0	0
17	2	3	4	1	0	2	264	16	0	1
16	0	3	4	1	0	4	289	28	0	2
20	2	3	4	2	1	4	331	27	0	2
17	1	1	1	2	5	3	409	41	0	2
25	2	4	6	2	2	1	492	34	1	6
40	1	7	6	1	1	5	495	50	2	1

รูปที่ 4.5 Heat map ของจำนวนคำขอรับสิทธิบัตร จำแนกตามประเภทของเซนเซอร์ที่ถูกติดตั้งในหุ่นยนต์

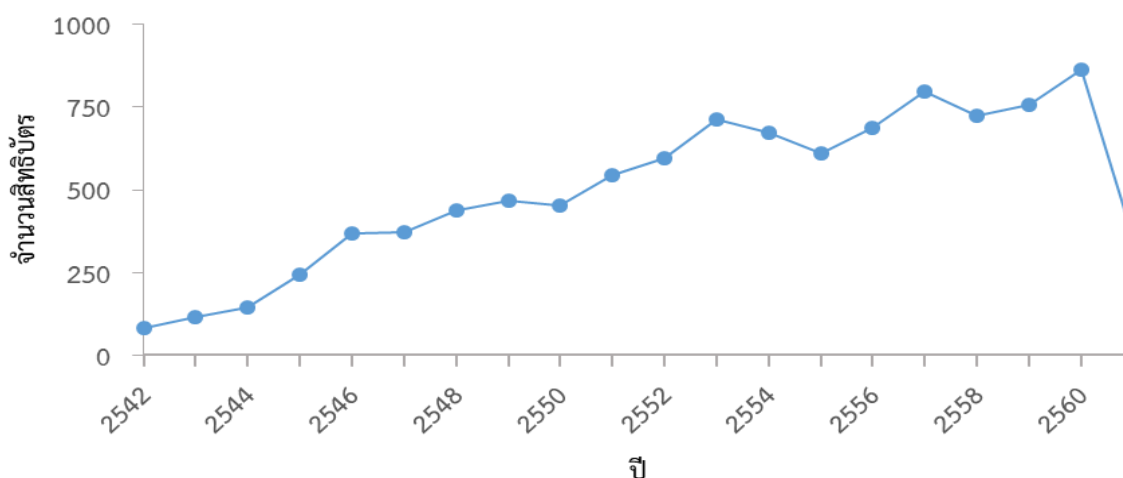
4.1.2 เซนเซอร์ทางเคมีไฟฟ้า

- การสืบค้นสิทธิบัตร

การสืบค้นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ จะใช้คำสืบค้นดังนี้ CTB=((sensor OR sensing OR biosensor OR "bio-sensor" OR "test strip") AND (electrochem* OR electrode)) AND ALL=((health OR illness OR disease OR degenerative OR physiologi*)) โดยสืบค้นจาก ชื่อเรื่อง/บทคัดย่อ/ข้อถ้อยสิทธิ (Title/Abstract/Claims; CTB) ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2561 พบว่ามีสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 10,533 ฉบับ

- แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตร

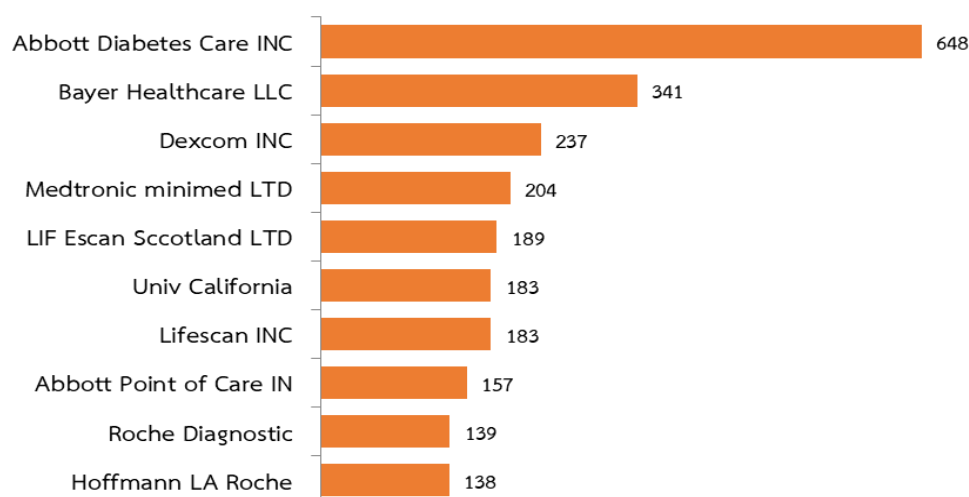
แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามภาวะ แสดงดังรูปที่ 4.6 พบว่าจำนวนสิทธิบัตรในช่วง 20 ปี ตั้งแต่ปี 2542-2561 มีจำนวนสิทธิบัตรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเซนเซอร์ที่อาศัยหลักการทางไฟฟ้าเคมีที่เป็นที่รู้จักและมีวางขายตามท้องตลาดคือ glucose meter



รูปที่ 4.6 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ ในช่วงปี 2542-2561

- ผู้ขอรับสิทธิบัตร 10 อันดับแรก

จำนวนคำขอรับสิทธิบัตรเกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอรับสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก แสดงดังรูป 4.7 พบว่าบริษัทที่มีจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรมากที่สุดคือบริษัท ABBOTT DIABETES CARE INC, BAYER HEALTHCARE LLC และ DEXCOM INC ตามลำดับ



รูปที่ 4.7 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร 10 อันดับแรก

สำหรับ ABBOTT DIABETES CARE INC เป็นบริษัทที่พัฒนาและจำหน่ายอุปกรณ์ตรวจวัดน้ำตาลในเลือด โดย Glucose meter ผลิตภัณฑ์ล่าสุดที่วางขายในท้องตลาดคือ FreeStyle Precision Neo system

ตัวอย่างสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องเช่น US 9968302 B2; Analyte Signal Processing Device And Methods, US 9980669 B2; Analyte Monitoring Device And Methods และ US 2018/0154076 A1; System For Monitoring Safety In Medication Delivery For Diabetes Management เป็นต้น บริษัท BAYER HEALTHCARE LLC เป็นบริษัทผลิตและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เช่น glucose meter ในขณะที่ DEXCOM INC เป็นบริษัทที่พัฒนาและผลิตอุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดแบบ real-time

- ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก

ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามภาวะสุขภาพมากที่สุดคือประเทศสหรัฐอเมริกา รองลงคือประเทศอังกฤษ ญี่ปุ่น เยอรมัน และเกาหลีตามลำดับ ดังรูปที่ 4.8 สำหรับประเทศในเอเชีย นอกจากญี่ปุ่นและเกาหลีที่เป็นประเทศที่มีผู้นำในอุตสาหกรรมหลายๆ ด้านประเทศไต้หวันก็เป็นหนึ่งในประเทศที่กำลังก้าวเข้ามามีส่วนแบ่งในตลาดโลกในด้านการพัฒนาและผลิตเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ ตัวอย่างเช่นบริษัท Bionime ซึ่งเป็นบริษัทที่พัฒนาและผลิต Glucose meter

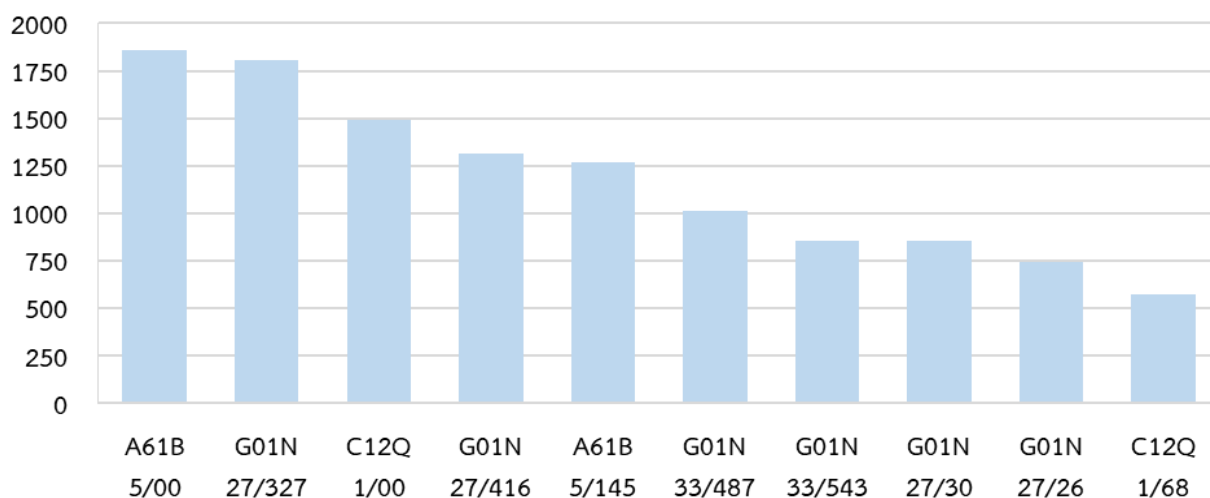


รูปที่ 4.8 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก

- กลุ่มเทคโนโลยี

กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์ แสดงดังรูปที่ 4.9 และคำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์แสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่ากลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ A61B ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์การแพทย์หรือสัตวแพทย์ และสุขภาพ (MEDICAL OR VETERINARY SCIENCE; HYGIENE) G01N เกี่ยวกับการตรวจสอบและวิเคราะห์วัสดุด้วยการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ (INVESTIGATING OR ANALYSING MATERIALS

BY DETERMINING THEIR CHEMICAL OR PHYSICAL PROPERTIES) และ C12Q ซึ่งเกี่ยวกับกระบวนการตรวจวัดและทดสอบที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ กรดนิวคลีอิก หรือจุลินทรีย์ (MEASURING OR TESTING PROCESSES INVOLVING ENZYMES, NUCLEIC ACIDS OR MICROORGANISMS)



รูปที่ 4.9 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์

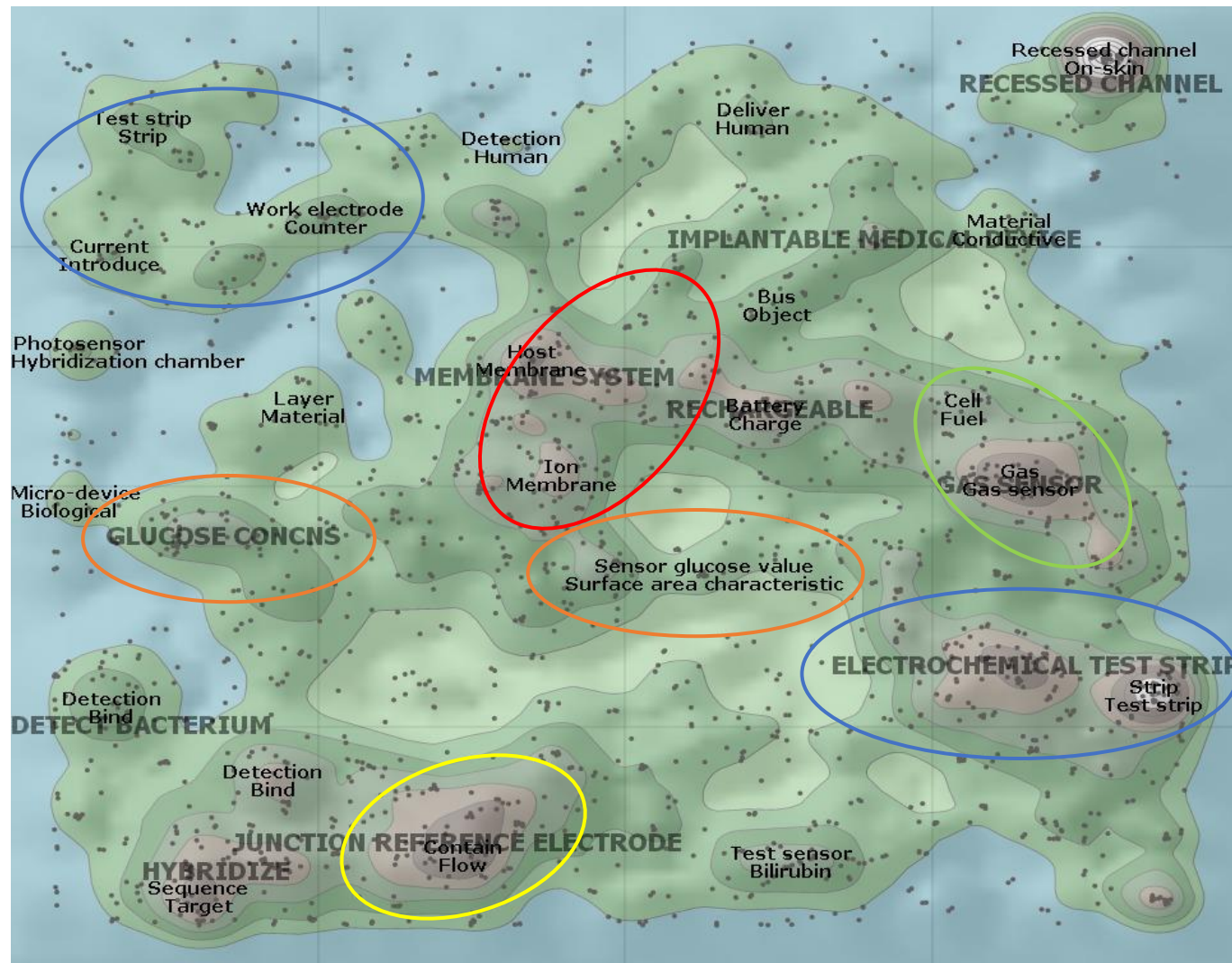
ตารางที่ 4.1 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ

สัญลักษณ์การประดิษฐ์	คำอธิบาย
A61B 5/00	A61B- MEDICAL OR VETERINARY SCIENCE; HYGIENE 5/00- Measuring for diagnostic purposes
G01N 27/327	G01N- INVESTIGATING OR ANALYSING MATERIALS BY DETERMINING THEIR CHEMICAL OR PHYSICAL PROPERTIES 27/327- Biochemical electrodes
C12Q 1/00	C12Q- MEASURING OR TESTING PROCESSES INVOLVING ENZYMES, NUCLEIC ACIDS OR MICROORGANISMS 1/00- Measuring or testing processes involving enzymes, nucleic acids or microorganisms (measuring or testing apparatus with condition measuring or sensing means, e.g. colony counters, C12M 1/34); Compositions therefor; Processes of preparing such compositions [2006.01]
G01N 27/416	G01N- see above

	27/416- Systems (G01N 27/27 takes precedence)
A61B 5/145	A61B- see above 5/145- Measuring characteristics of blood in vivo
G01N 33/487	G01N- see above 33/487- Physical analysis of biological material
G01N 33/543	G01N- see above 33/543- with an insoluble carrier for immobilising immunochemicals
G01N 27/30	G01N- see above 27/30- Electrodes, e.g. test electrodes; Half-cells
G01N 27/26	G01N- see above 27/26- by investigating electrochemical variables; by using electrolysis or electrophoresis
C12Q 1/68	C12Q- see above 1/68- involving nucleic acids

- แผนที่ Theme scape

แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี สำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ แสดงดังรูปที่ 4.10 พบว่าสิทธิบัตรจะแบ่งตามกลุ่มต่างๆ ได้ดังนี้ 1) เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณกลูโคส ซึ่งเซนเซอร์สำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ ที่อาศัยทางไฟฟ้าเคมีที่มีส่วนแบ่งในตลาดมากที่สุดคือ Glucose meter 2) เซนเซอร์ที่จัดอยู่ในกลุ่มชุดทดสอบ (test strip) เป็นสำหรับตรวจวัดสารประเภทอื่นๆ ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่นวิธีการตรวจวัดครีเอตินิน (Creatinine) WO 2014/150876 A2; Biosensor Structures For Improved Point Of Care Testing And Methods Of Manufacture Thereof ระบบและวิธีการตรวจวัดตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในเหงื่อ (sweat biomarker) ซึ่งได้แก่โมเลกุลขนาดเล็ก โปรตีน สารเมตาโบไลต์ (metabolite) และสารอิเล็กโทรไลต์ (electrolytes) US 9636061 B2; System And Method For Measuring Biological Fluid Biomarkers และเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับตรวจวัดสารตัวอย่างในเลือดและปัสสาวะเช่น กลูโคส คอเลสเทอรอล กรดยูริก และกรดแลคติก US 8038859 B2; Electrochemical Sensor And Method For Analyzing Liquid Sample เป็นต้น 3) การปรับปรุงพื้นผิวของอิเล็กโทรด โดยจะเรียกลักษณะชั้นที่เคลือบบนอิเล็กโทรดว่า membrane ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่น US 2007/0173709 A1; Membranes For An Analyte Sensor และ WO 2010/033724 A2; Particle-containing Membrane And Particulate Electrode For Analyte Sensors เป็นต้น 4) Gas sensor โดยองค์ประกอบภายใน gas sensor ก็อาศัยหลักการทางไฟฟ้าเคมี 5) Junction reference electrode จะเป็นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเซนเซอร์ที่อาศัยเทคนิคไฟฟ้าเคมี ร่วมกับ microfluidic



รูปที่ 4.10 แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมีสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ

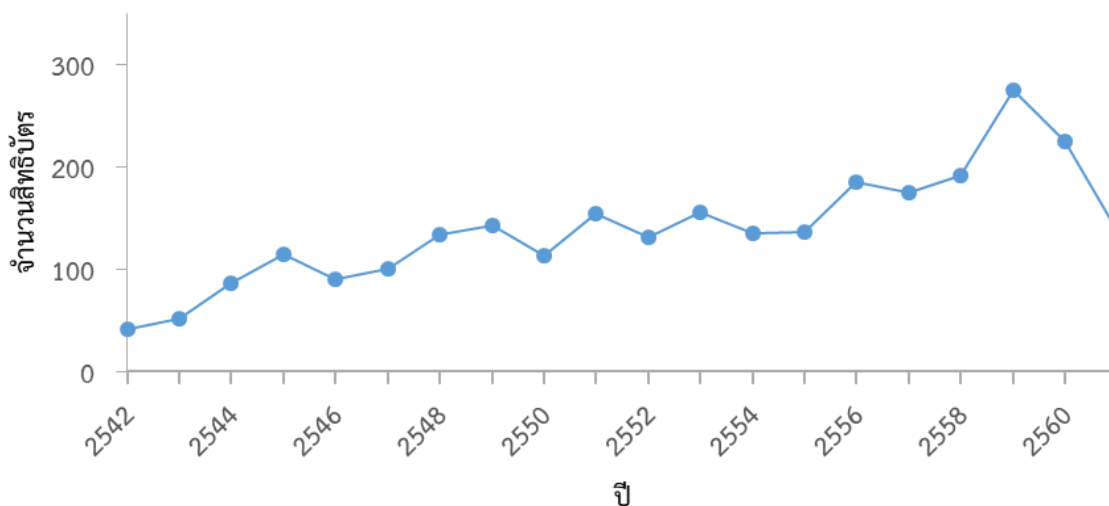
4.1.3 จมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic nose)

- การสืบค้นสิทธิบัตร

การสืบค้นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ ใช้คำสืบค้น ดังนี้ CTB=("electronic nose" OR "e-nose" OR "artificial olfactomet*" OR "breath sensor" OR "breath analyzer" OR "gas sensor") AND ALL=(health OR illness OR disease OR degenerative OR physiologi*); โดยสืบค้นจาก ชื่อเรื่อง/บทคัดย่อ/ข้อถ้อยสิทธิ (Title/Abstract/Claims; CTB) ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2561 พบว่ามีสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3,141 ฉบับ

- แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตร (Patent publication trend)

แนวโน้มจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ ตั้งแต่ปี 2542-2561 แสดงดังรูปที่ 4.11 พบว่าในช่วง 20 ปีจำนวนสิทธิบัตรมีจำนวนใกล้เคียงกันและเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในช่วงปี 2556-2558 เนื่องจากการพัฒนาจมูกอิเล็กทรอนิกส์นำมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ มากกว่าเช่นด้านเกษตร ด้านอาหาร และด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ส่งผลให้สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามภาวะสุขภาพยังมีจำนวนไม่มาก

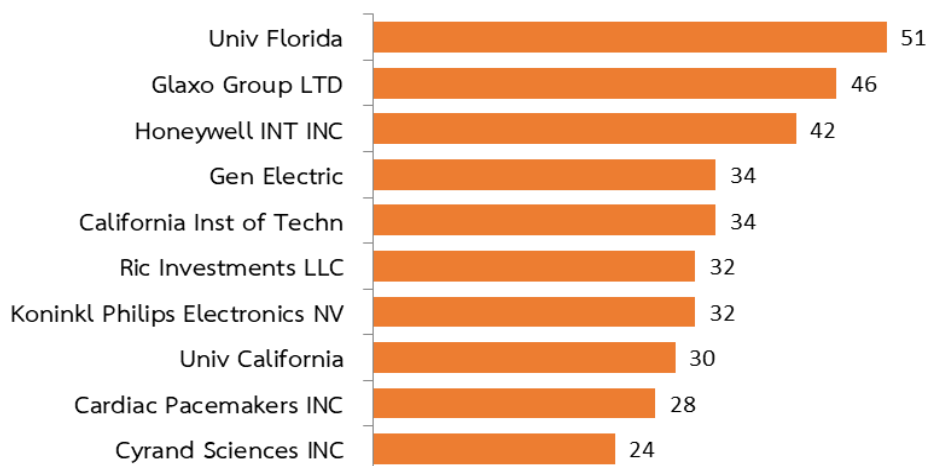


รูปที่ 4.11 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ ในช่วงปี 2542-2561

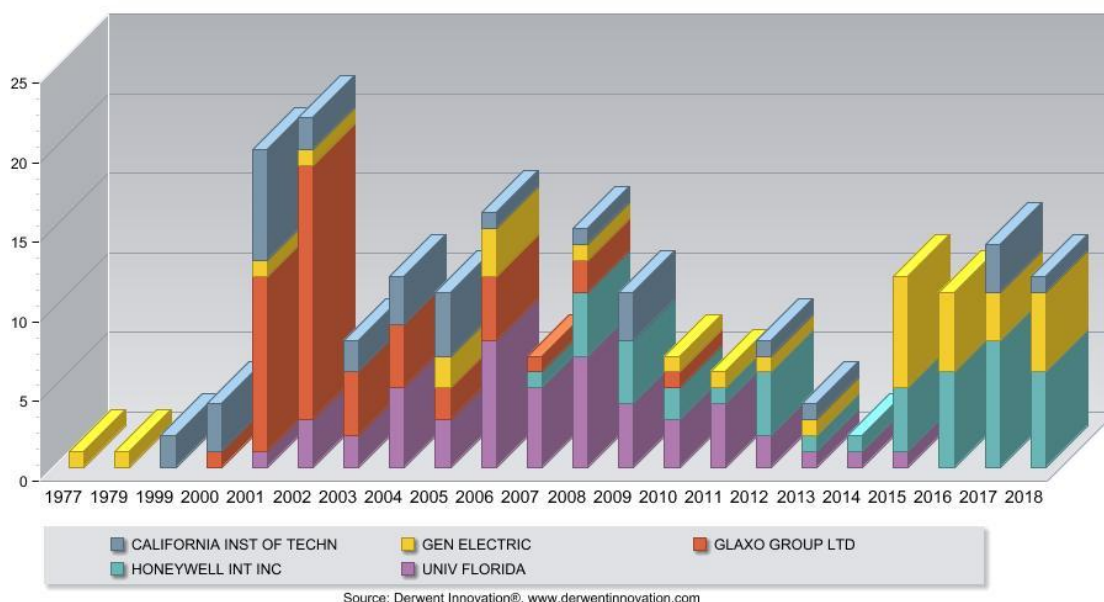
- ผู้ขอรับสิทธิบัตร 10 อันดับแรก

จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก แสดงดังรูปที่ 4.12 (บน) ผู้ขอรับสิทธิบัตรมากที่สุดคือ University of Florida, Glaxo group LTD และ Honeywell INT INC ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาคำขอรับสิทธิบัตรของผู้ขอสิทธิบัตรจำแนกตามปีที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร แสดงดังรูปที่ 4.12 (ล่าง) พบว่า University of Florida และ Glaxo group LTD มีการจดสิทธิบัตรจำนวนมากในช่วงแรก แต่มีคำขอยื่นจดสิทธิบัตรลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่บริษัท

Honeywell INT INC ยื่นขอจดสิทธิบัตรจำนวนมากในช่วง 3 ปีหลัง โดยบริษัท Honeywell INT INC เป็นบริษัทที่มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ซึ่งส่วนที่เกี่ยวข้องกับ gas sensor คือ air conditioner, air cleaner filters และ air purifiers เป็นต้น แม้ว่าส่วนใหญ่จะเป็น gas sensor ที่ใช้ตรวจวัดก๊าซในอากาศ แต่ทางบริษัทได้มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ gas sensor ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่น US7502106B2; SERS analyzer ซึ่งเป็นเครื่องวิเคราะห์ก๊าซจากตัวอย่างลมหายใจ อาศัยหลักการ surface enhance raman scatter



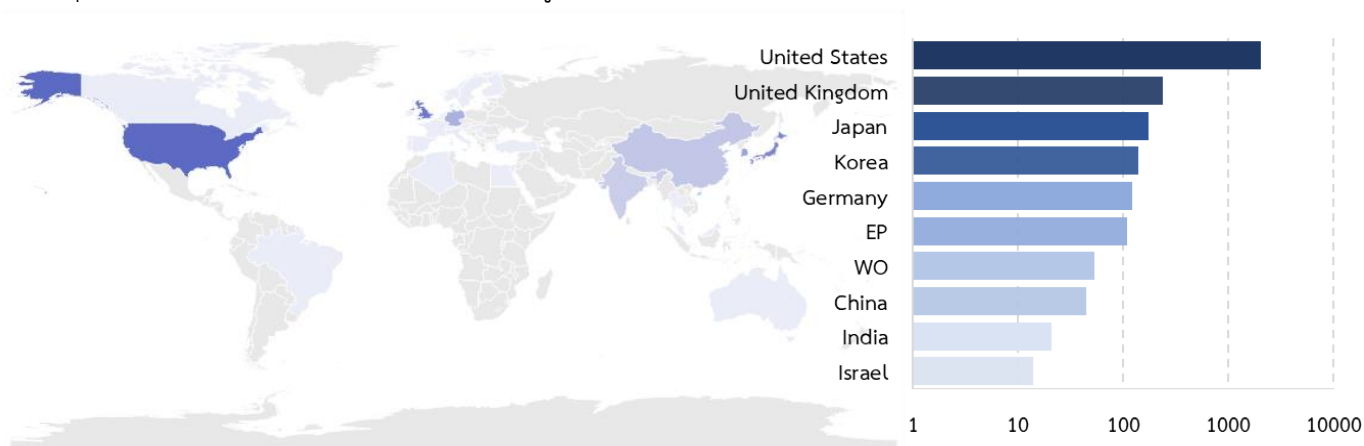
Top Assignees by Year



รูปที่ 4.12 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก (บน) และจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) จำแนกตามปีที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร (ล่าง)

- ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก

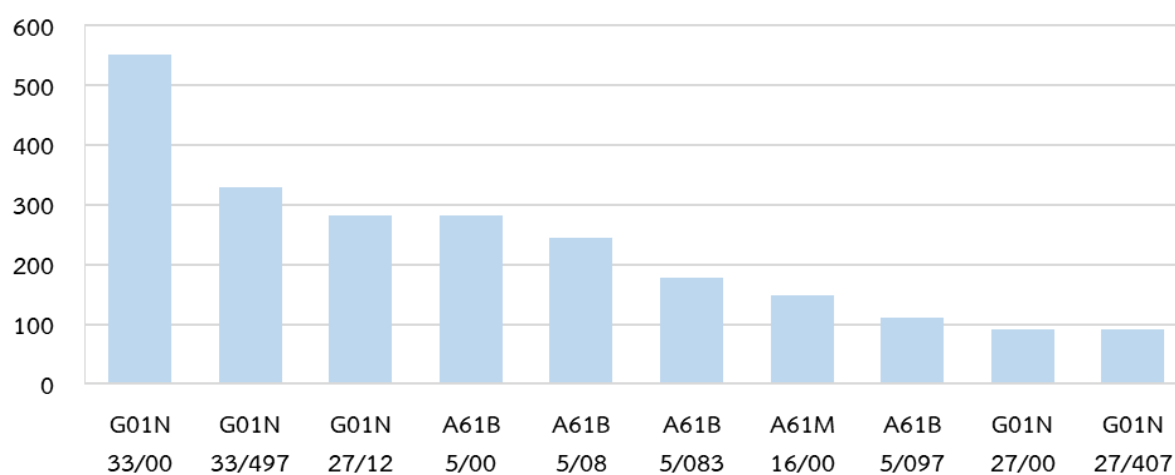
ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุดคือประเทศสหรัฐอเมริกา รองลงคือคือประเทศอังกฤษ ญี่ปุ่น เกาหลีและเยอรมันตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจุ่มอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก

- กลุ่มเทคโนโลยี

กลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับจุ่มอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ แสดงดังรูปที่ 4.14 และคำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์แสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่ากลุ่มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้แก่ G01N 33/497 และ G01N 27/407 ซึ่งเกี่ยวกับการตรวจวัดหรือวิเคราะห์ก๊าซเช่น ก๊าซจากลมหายใจ สำหรับ A61B 5 เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยโรค โดย A61B 5/08 จะเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อประเมินสภาวะของอวัยวะในระบบทางเดินหายใจ



รูปที่ 4.14 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจุ่มอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามกลุ่มเทคโนโลยี

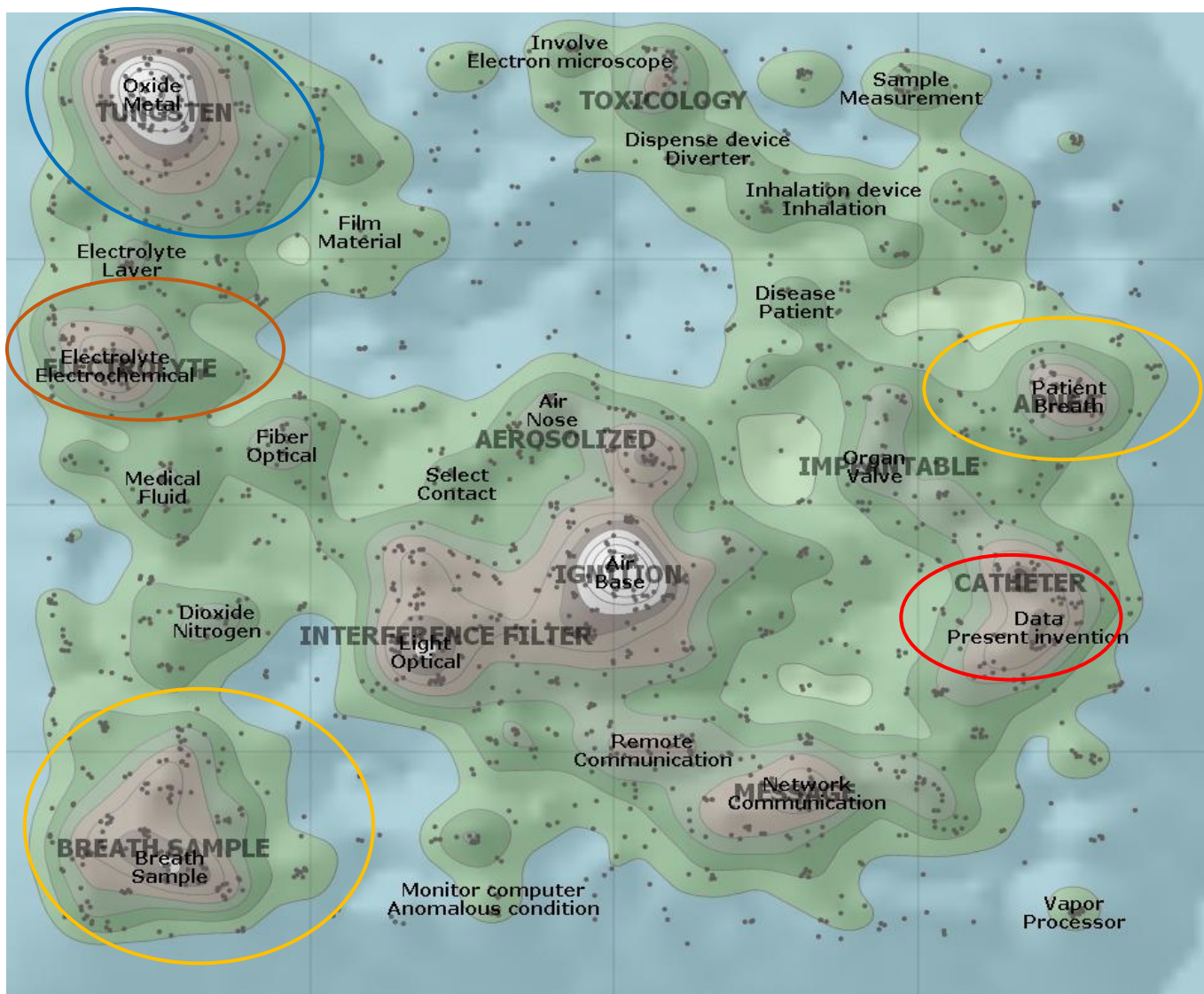
ตารางที่ 4.2 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับจุ่มก๊อเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ

สัญลักษณ์การประดิษฐ์	คำอธิบาย
G01N 33/00	G01N- INVESTIGATING OR ANALYSING MATERIALS BY DETERMINING THEIR CHEMICAL OR PHYSICAL PROPERTIES 33/00- Investigating or analysing materials by specific methods not covered by groups
G01N 33/497	G01N- see above 33/497- of gaseous biological material, e.g. breath
G01N 27/12	G01N- see above 27/12- of a solid body in dependence upon absorption of a fluid; of a solid body in dependence upon reaction with a fluid
A61B 5/00	A61B- DIAGNOSIS; SURGERY; IDENTIFICATION 5/00- Measuring for diagnostic purposes
A61B 5/08	A61B- see above 5/08- Measuring devices for evaluating the respiratory organs
A61B 5/083	A61B- see above 5/083- Measuring rate of metabolism by using breath test, e.g. measuring rate of oxygen consumption
A61M 16/00	A61M- DEVICES FOR INTRODUCING MEDIA INTO, OR ONTO, THE BODY 16/00- Devices for influencing the respiratory system of patients by gas treatment, e.g. mouth-to-mouth respiration; Tracheal tubes
A61B 5/097	A61B- see above 5/097- Devices for facilitating collection of breath or for directing breath into or through measuring devices
G01N 27/00	G01N- see above 27/00- Investigating or analysing materials by the use of electric, electro-chemical, or magnetic means
G01N 27/407	G01N- see above 27/407- for investigating or analysing gases

- **แผนที่ Theme scape**

แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับจุ่มก๊อเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ แสดงดังรูปที่ 4.15 พบว่าสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องจะแบ่งตามกลุ่มต่างๆ ได้ดังนี้ 1) กลุ่มจุ่มก๊อเล็กทรอนิกส์หรือก๊าซเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดตัวอย่างลมหายใจ (breath samples) และลม

หายใจของผู้ป่วย (breath patient) ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่น US 9657326 B2; Method Of Diagnosing Pneumonia By Detecting A Volatile Organic Compound เป็นสิทธิบัตรที่เกี่ยวกับวิธีตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile organic compound) จากลมหายใจเพื่อใช้วินิจฉัยภาวะที่ปอดติดเชื้อและเกิดอาการอักเสบอย่างรุนแรง (acute pneumonia) WO 2007/136523 A2; Nanoelectronic Breath Analyzer And Asthma Monitor เกี่ยวกับเครื่องตรวจวัดลมหายใจเพื่อวินิจฉัยและติดตามโรคหอบหืด เป็นต้น 2) กลุ่มโลหะออกไซด์ (Metal oxide) ซึ่งจุ่มอิเล็กโทรนิกส์หรือก๊าซเซนเซอร์จะมีเซนเซอร์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณกลืนหรือก๊าซที่เป็นโมเลกุลก๊าซให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า วัสดุที่นิยมนำมาทำเซนเซอร์คือโลหะออกไซด์ ตัวอย่างสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้อง เช่น WO 2016/105921 A1; Metal Oxide Gas Sensor Array Devices, Systems, And Associated Methods 3) จุ่มอิเล็กโทรนิกส์หรือก๊าซเซนเซอร์ที่อาศัยหลักการทางไฟฟ้าเคมีเช่น EP2581734B1; Electrochemical gas sensors comprising auxiliary micro-electrodes for diagnostics 4) ระบบที่รวมจุ่มอิเล็กโทรนิกส์หรือก๊าซเซนเซอร์เข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น US 2017/0251967 A1; System, Apparatus And Method For Individualized Stress Management และ US 8786427 B2; Portable Information Detection And Processing Device And System เป็นต้น



รูปที่ 4.15 แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ

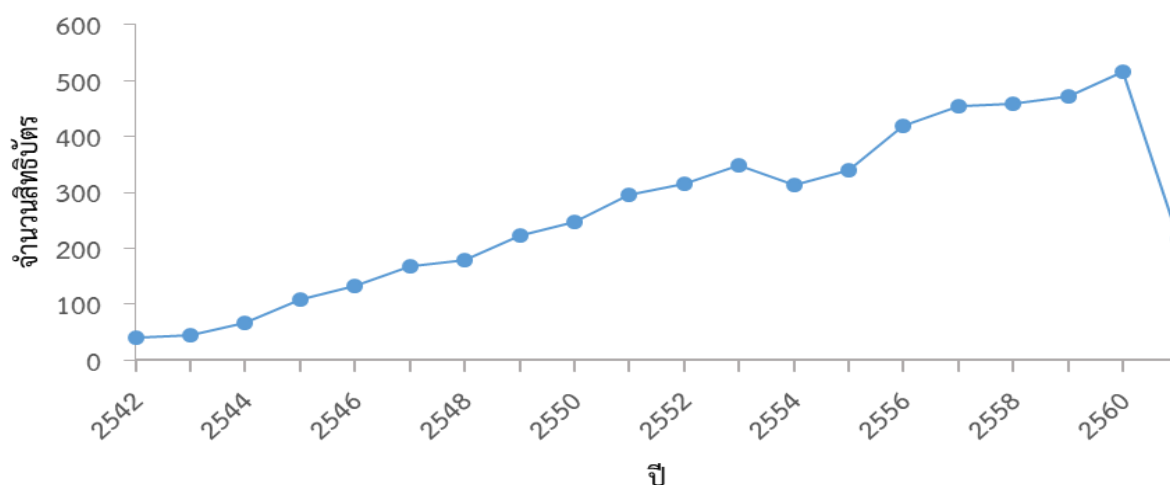
4.1.4 ไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ

- การสืบค้นสิทธิบัตร (Patent search)

การสืบค้นสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ ใช้คำสืบค้นดังนี้ CTB=("lateral flow" OR (chromatographic ADJ device)) AND ALL=(health OR illness OR disease OR analyte OR "biological sample" OR "blood sample" Or "fluid sample"); โดยสืบค้นจากชื่อเรื่อง/บทคัดย่อ/ข้อถ้อยสิทธิ (Title/Abstract/Claims; CTB) ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2561 พบว่ามีสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 5,618 ฉบับ

- แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตร

แนวโน้มการตีพิมพ์สิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ ในช่วงปี 2542-2561 แสดงดังรูปที่ 4.16 พบว่าจำนวนสิทธิบัตรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเห็นจากมีไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษที่วางขายตามท้องตลาดมากเพิ่มมากขึ้น โดยไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไปและมีวางขายตามร้านขายยาทั่วไปคือชุดตรวจการตั้งครรภ์ (pregnancy test)

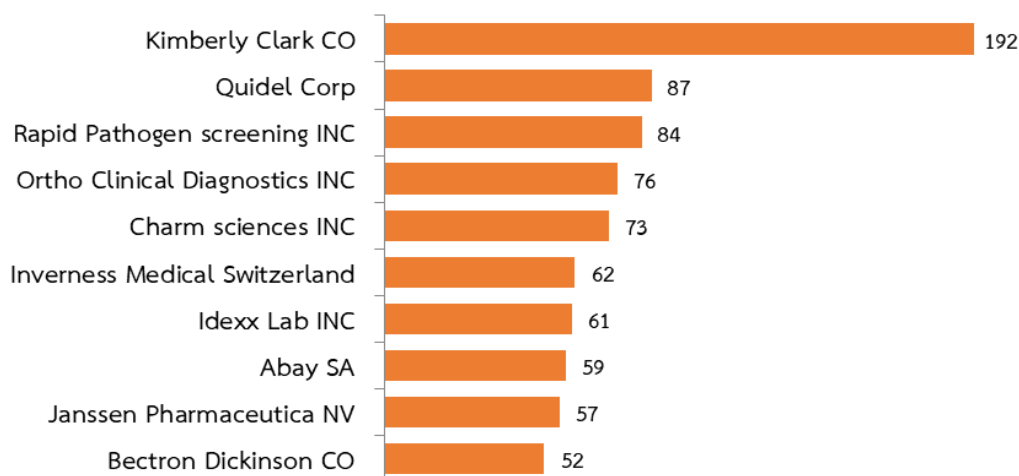


รูปที่ 4.16 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ ในช่วงปี 2542-2561

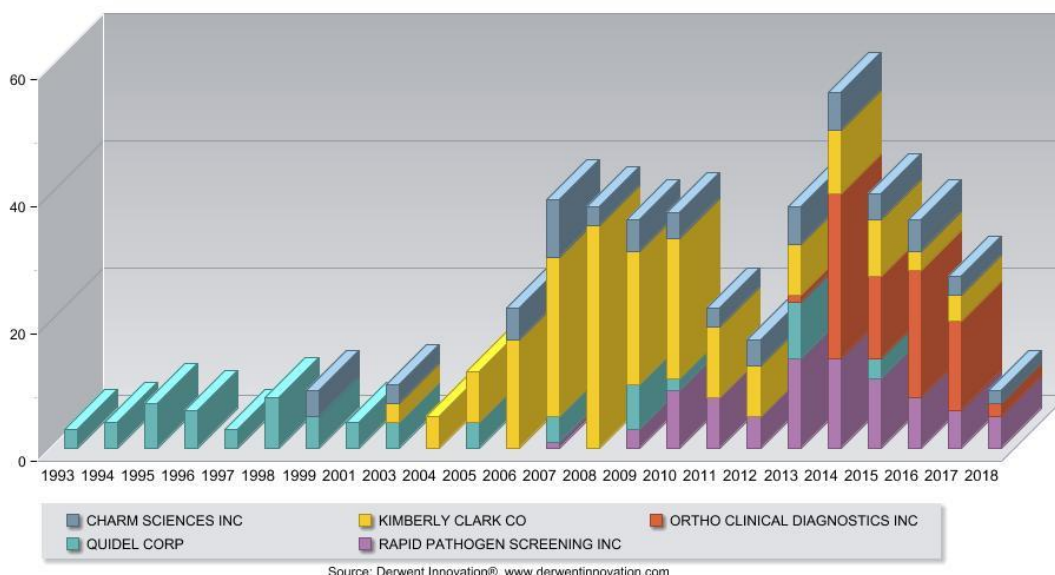
- ผู้ขอรับสิทธิบัตร 10 อันดับแรก

จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรกแสดงดังรูป 4.17 พบว่าบริษัทที่มีจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรมากที่สุดคือ Kimberly Clark CO, Quidel CORP และ Rapid pathogen screening ตามลำดับ Kimberly Clark CO เป็นบริษัทและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ด้านสุขภาพอนามัยสำหรับใช้ในชีวิตประจำวันเช่นกระดาษชำระ กระดาษเช็ดหน้าและผ้าอ้อมเด็ก เป็นต้น นอกจากนี้บริษัทยังได้พัฒนาไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษด้านการตรวจวินิจฉัยโรค

ซึ่งเป็นเทคนิคที่อาศัยการเคลื่อนที่ของสารบนแผ่นกระดาษ ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่น US7829347B2; Diagnostic test kits with improved detection accuracy และ US20060019406A; Lateral flow device for the detection of large pathogens เป็นต้น สำหรับบริษัท Quidel CORP เป็นบริษัทที่พัฒนา และจำหน่ายชุด Kit สำหรับวินิจฉัยโรค ซึ่งรวมถึง rapid lateral flow tests ตัวอย่างสารที่ตรวจวัดเช่น Influenza, RSV, Strep A, fecal occult blood, pregnancy, chlamydia, infectious mononucleosis, และ *H. pylori* ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่น US7491551B2; Quantitative lateral flow assays and devices และ US20070111323A1; Method for Adding an Apparent Non-Signal Line to a Rapid Diagnostic Assay ซึ่งเมื่อพิจารณาจำนวนคำขอจำแนกตามปีจะพบว่า Quidel ORP เป็นบริษัทแรกๆ ที่มีการพัฒนาการตรวจวัดด้วยวิธีนี้ สำหรับบริษัท Rapid pathogen screening ซึ่งเป็นบริษัทที่เริ่มมีการพัฒนาและยื่นขอจดสิทธิบัตรในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา โดยมีผลิตภัณฑ์คือชุดทดสอบสำหรับตรวจวัดโรคติดเชื้อ ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่น US8815609B2; Multiplanar lateral flow assay with diverting zone และ US8445293B2; Method to increase specificity and/or accuracy of lateral flow immunoassays เป็นต้น



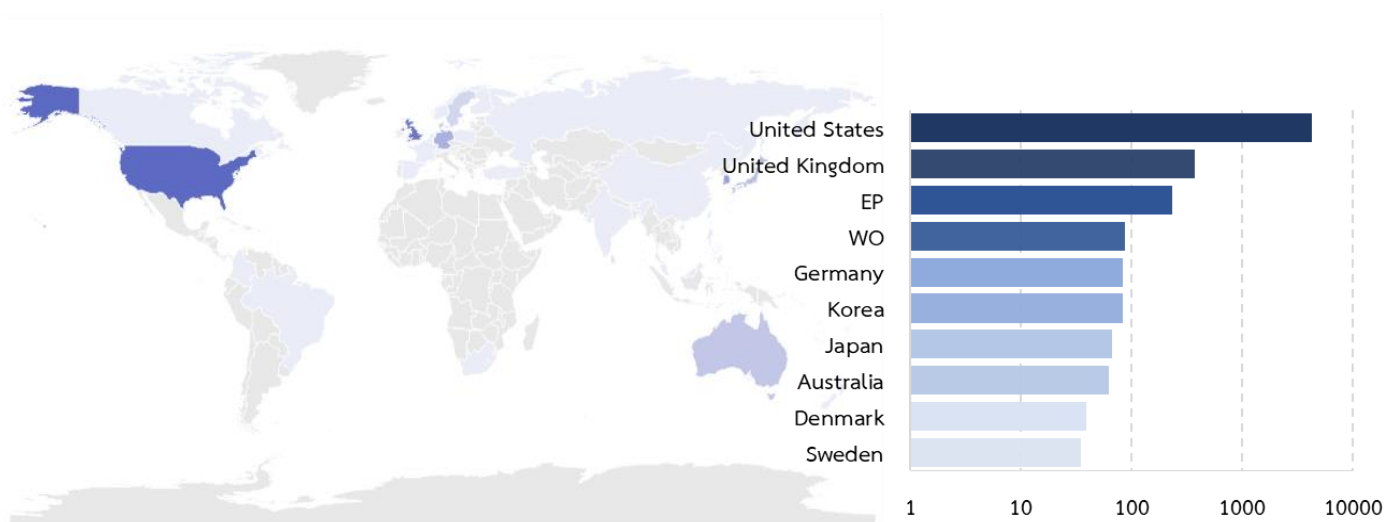
Top Assignees by Year



รูปที่ 4.17 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) 10 อันดับแรก (บน) และจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรของผู้ขอสิทธิบัตร (Assignee) จำแนกตามปีที่ยื่นขอจดสิทธิบัตร (ล่าง)

- **ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก**

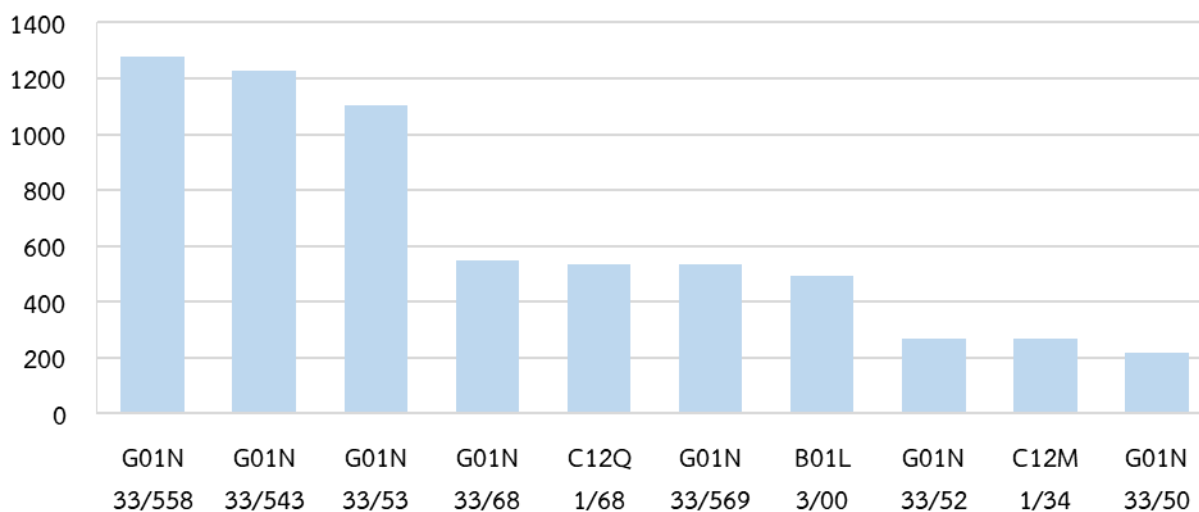
ประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุดคือประเทศสหรัฐอเมริกา รองลงคือคือประเทศอังกฤษ เยอรมัน เกาหลี ญี่ปุ่น และตามลำดับ ดังรูปที่ 4.18 โดย WO คือคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นเข้าระบบ PCT ขององค์การทรัพย์สินทางปัญญาโลก (World intellectual Property Organization) และ EP คือคำขอรับสิทธิบัตรที่ยื่นผ่านสำนักงานสิทธิบัตรยุโรป (European Patent Office: EPO)



รูปที่ 4.18 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามประเทศที่มีผู้ยื่นขอรับสิทธิบัตรมากที่สุด 10 อันดับแรก

- **กลุ่มเทคโนโลยี**

จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามสัญลักษณ์การประดิษฐ์ แสดงดังรูปที่ 4.19 และแสดงคำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ดังตารางที่ 4.3 พบว่าสิทธิบัตรส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม G01N ที่เกี่ยวกับการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของวัสดุ โดยจัดอยู่ในกลุ่ม G01N 33/558 มากที่สุด ซึ่งเกี่ยวกับการแพร่ (diffusion) หรือการเคลื่อนที่ของแอนติเจนหรือแอนติบอดี รองลงมาคือ G01N 33/543 เกี่ยวข้องกับสารตัวพาที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งเป็นตัวพาสารแอนติเจนหรือแอนติบอดีที่ถูกตรึงอยู่ และ G01N 33/53 ที่เกี่ยวกับ immunoassay



รูปที่ 4.19 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ จำแนกตามกลุ่มเทคโนโลยี

ตารางที่ 4.3 คำอธิบายสัญลักษณ์การประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสถานะสุขภาพ

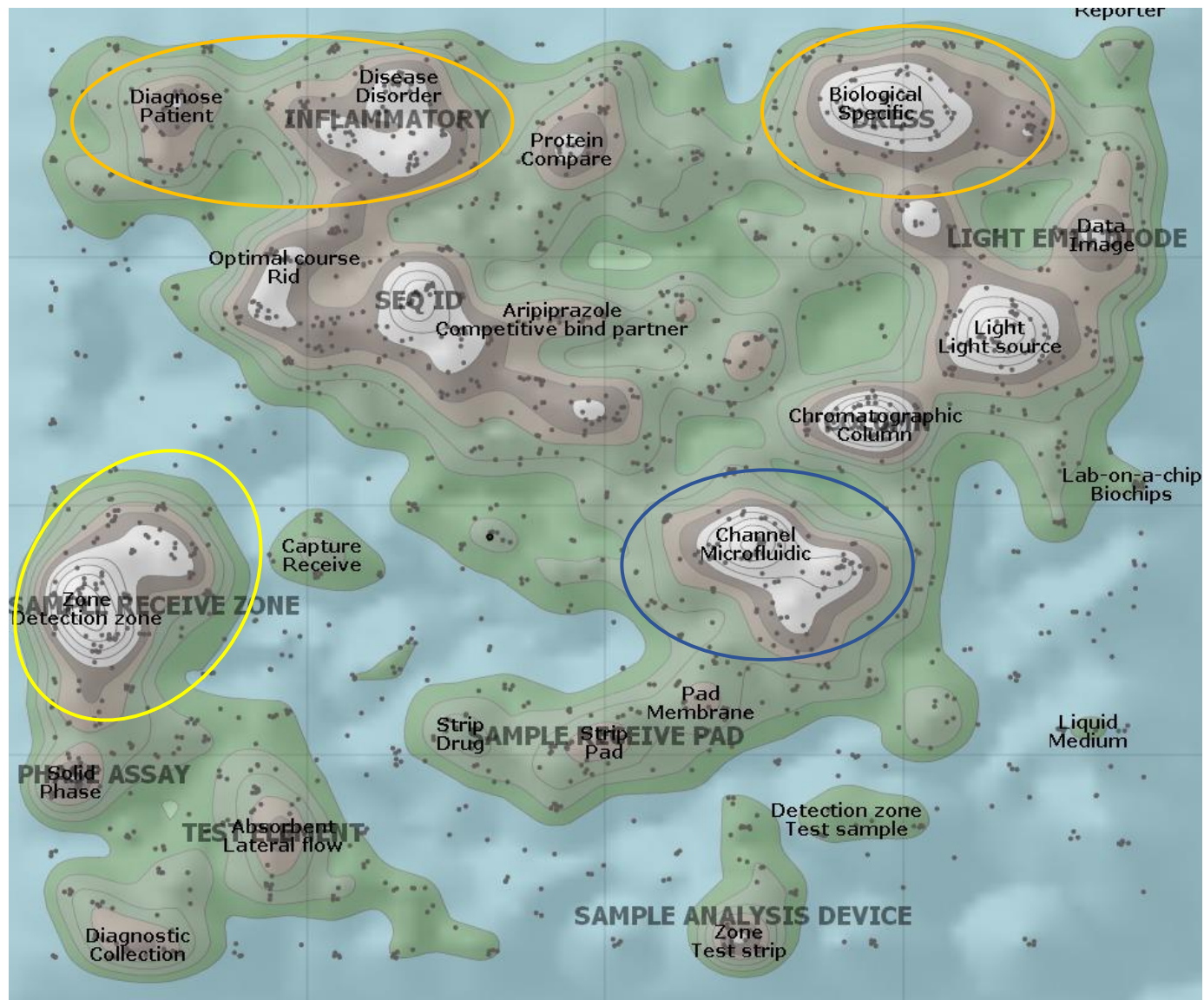
สัญลักษณ์การประดิษฐ์	คำอธิบาย
G01N 33/558	G01N-INVESTIGATING CHEMICAL OR PHYSICAL PROPERTIES OF MATERIALS 33/558- using diffusion or migration of antigen or antibody
G01N 33/543	G01N- see above 33/543- with an insoluble carrier for immobilising immunochemicals
G01N 33/53	G01N- see above 33/53- Immunoassay; Biospecific binding assay; Materials therefor
G01N 33/68	G01N- see above 33/68- involving proteins, peptides or amino acids
C12Q 1/68	C12Q- MEASURING OR TESTING PROCESSES INVOLVING ENZYMES OR MICROORGANISMS (immunoassay G01N 33/53); COMPOSITIONS OR TEST PAPERS THEREFOR; PROCESSES OF PREPARING SUCH COMPOSITIONS; CONDITION-RESPONSIVE CONTROL IN MICROBIOLOGICAL OR ENZYMOLOGICAL PROCESSES 1/68- involving nucleic acids
G01N 33/569	G01N- see above 33/569- for microorganisms, e.g. protozoa, bacteria, viruses

B01L 3/00	B01L- CHEMICAL OR PHYSICAL LABORATORY APPARATUS FOR GENERAL USE 3/00- Containers or dishes for laboratory use, e.g. laboratory glassware
G01N 33/52	G01N- see above 33/52- Use of compounds or compositions for colorimetric, spectrophotometric or fluorometric investigation, e.g. use of reagent paper
C12M 1/34	C12M- APPARATUS FOR ENZYMOLOGY OR MICROBIOLOGY 1/34- Measuring or testing with condition measuring or sensing means, e.g. colony counters
G01N 33/50	G01N- see above 33/50- Chemical analysis of biological material, e.g. blood, urine; Testing involving biospecific ligand binding methods; Immunological testing

- แผนที่ Theme scape

แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามภาวะสุขภาพ แสดงดังรูปที่ 4.20 พบว่าสิทธิบัตรส่วนใหญ่แบ่งตามกลุ่มต่างๆ ได้ดังนี้

- 1) กาดตรวจวินิจฉัยโรค ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่น US 9719988 B2; Methods For Detection Of Biological Substances และ EP2526422B1; Method of diagnosing sjogren's disease เป็นต้น
- 2) การใช้เทคนิคไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษร่วมกับ Microfluidic ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่น WO 2015/158818 A1; Microfluidics Module And Cartridge For Immunological And Molecular Diagnosis In An Analysis Machine และ US 8715590 B2; Multiplexed Lateral Flow Assay Arrays เป็นต้น
- 3) การพัฒนาบริเวณ Detection zone ตัวอย่างสิทธิบัตรเช่น EP3080272B1; Aptamer-gated nanoparticles lateral flow assay และ EP2872895A1; Lateral flow assays using dna dendrimers เป็นต้น



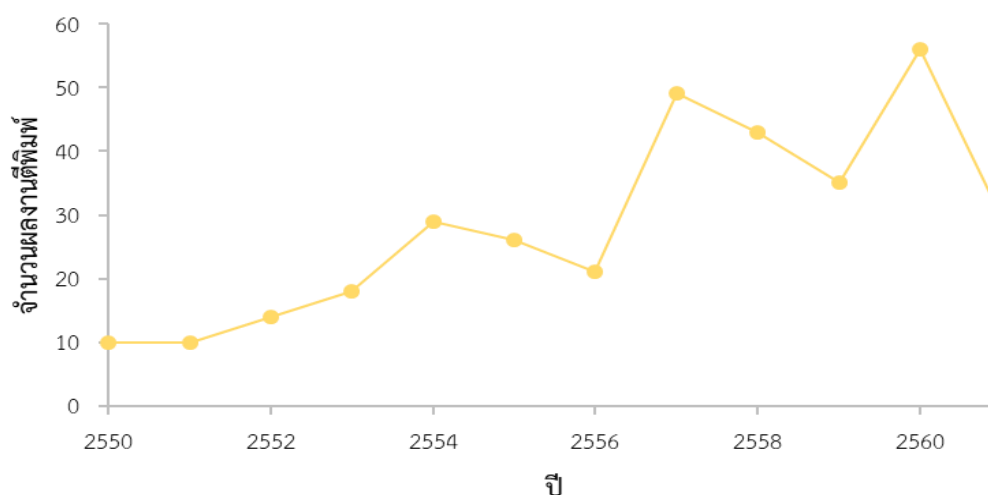
รูปที่ 4.20 แผนที่ Theme scape ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษสำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ

4.2 การวิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทย

การวิเคราะห์ผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยจากฐานข้อมูล Institute for Scientific Information (ISI) เว็บไซต์ www.webofknowledge.com แสดงคำสืบค้นและจำนวนผลงานตีพิมพ์ดังตารางที่ 4.4 ผลการสืบค้นเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน 2561 พบว่าผลงานตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพทั่วโลกมีจำนวน 88,087 ฉบับ และผลงานที่ตีพิมพ์โดยนักวิจัยไทย 357 คิดเป็น 0.40% โดยมีจำนวนผลงานตีพิมพ์ 10 ปีย้อนหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงดังรูปที่ 4.21

ตารางที่ 4.4 คำสืบค้นและจำนวนผลงานตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ

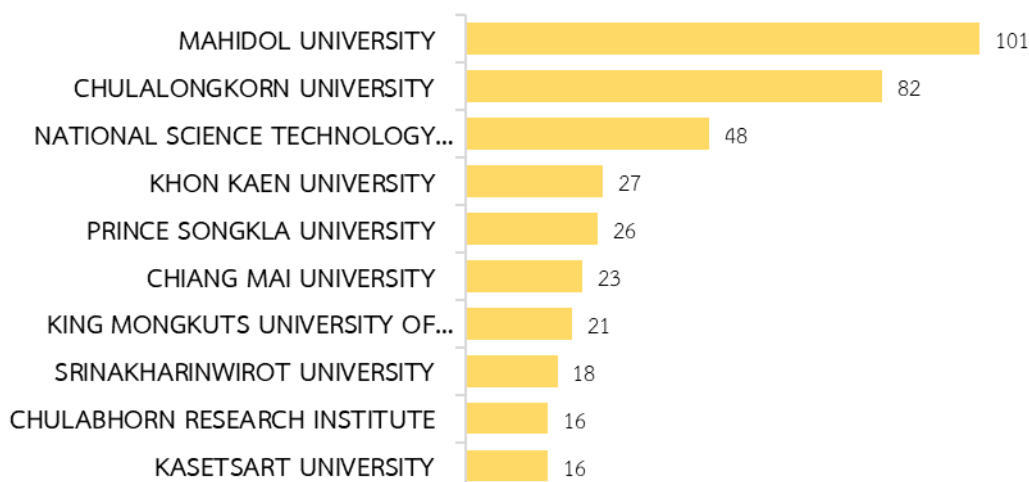
คำสืบค้น	จำนวนผลงานตีพิมพ์
TOPIC: (sensor OR sensing OR biosensor* OR bio-sensor) AND TOPIC: (health OR illness OR disease OR degenerative OR physiologi* OR biomarker OR serum OR urine)	88,087
TOPIC: (sensor OR sensing OR biosensor* OR bio-sensor) AND TOPIC: (health OR illness OR disease OR degenerative OR physiologi* OR biomarker OR serum OR urine) AND ADDRESS: (Thailand)	357



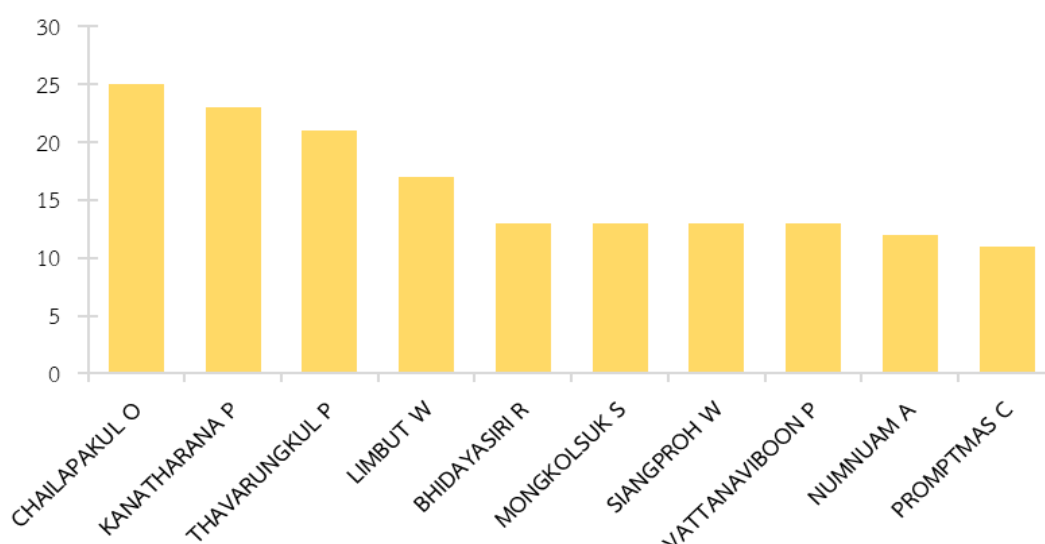
รูปที่ 4.21 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ

สำหรับการจำแนกผลงานตีพิมพ์ตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย แสดงดังรูปที่ 4.22 พบว่ามหาวิทยาลัยที่ตีพิมพ์ผลงานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะ

สุขภาพมากที่สุดได้แก่ มหาวิทยาลัยมหิดล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตามลำดับ โดยนักวิจัยที่ตีพิมพ์ผลงานมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.23 ได้แก่ ศ.ดร. อรพรรณ ชัยลภากุล อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รศ.ดร. เพรศพิชญ์ คณาธารณา อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และ รศ.ดร.ปณต ถาวรังกูร อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามลำดับ โดยอาจารย์ทั้งสามท่านมีความเชี่ยวชาญในด้านการพัฒนา เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี



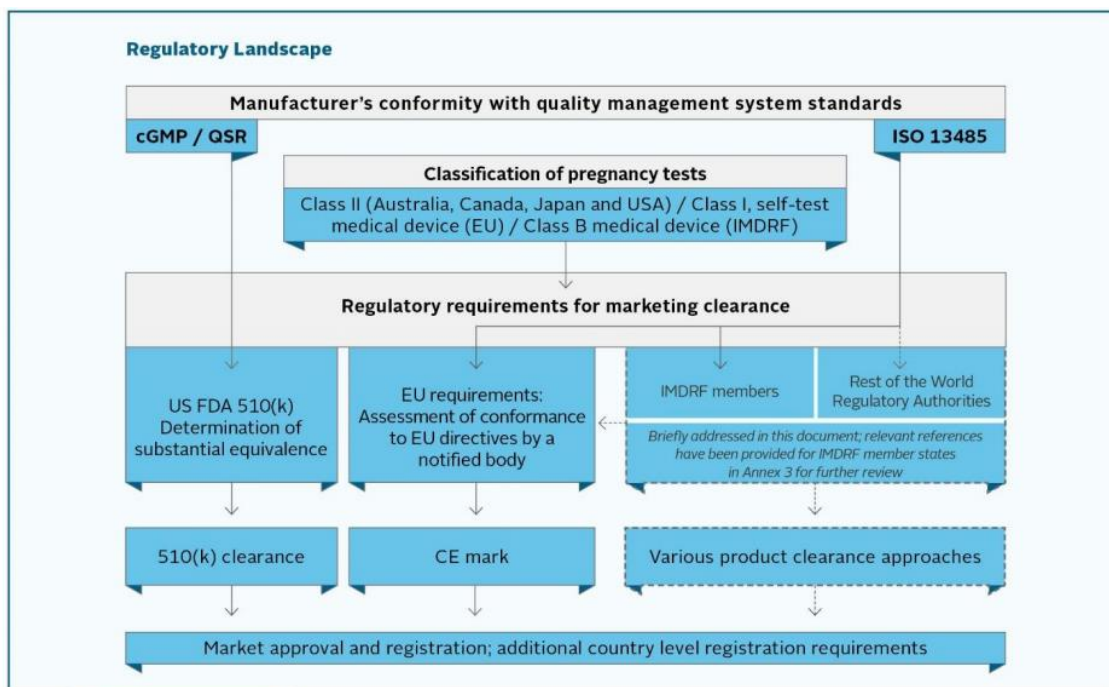
รูปที่ 4.22 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย



รูปที่ 4.23 จำนวนผลงานตีพิมพ์ของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ จำแนกตามผู้เขียน

4.3 หลักเกณฑ์ กฎระเบียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์สำหรับการติดตามสภาวะสุขภาพ จะแตกต่างกันไปตามประเภทของผลิตภัณฑ์ หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มอุปกรณ์ทางการแพทย์ ตัวอย่างเช่นชุดตรวจการตั้งครรภ์ (pregnancy test) จะต้องผ่านมาตรฐานการผลิตคือ ISO 13485 และมาตรฐานความปลอดภัยคือ CE mark สำหรับตลาดในกลุ่มประเทศยุโรป และสำหรับประเทศสหรัฐอเมริกาจะต้องได้รับรองมาตรฐานความปลอดภัยจาก FDA (510(k) clearance) รูปที่ 4.24 แสดงมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำผลิตภัณฑ์ออกวางจำหน่าย¹⁴



รูปที่ 4.24 แสดงมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำผลิตภัณฑ์ออกวางจำหน่าย

สำหรับ glucose meter จะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิต ISO 15197:2013 ซึ่งได้มีการปรับปรุงจากมาตรฐานเดิมคือ ISO 15197:2003 แสดงข้อกำหนดที่แตกต่างกันดังตารางที่ โดย ISO 15197:2013 เกี่ยวข้องกับระบบการทดสอบการวินิจฉัยภายนอกร่างกาย โดยมีข้อกำหนดสำหรับระบบการตรวจวัดน้ำตาลในเลือดสำหรับการตรวจวัดด้วยตนเองในการจัดการกับโรคเบาหวาน

ตารางที่ 4.5 ความแตกต่างของ ISO 15197:2003 และ ISO 15197:2013¹⁵

Guideline	Glucose range (mmol/L)	Performance criteria – meter compared to laboratory results
ISO 15197:2003	≥ 4.2	95% results $\pm$ 20%
ISO 15197:2013	> 4.2	99% results $\pm$ 15%

5. แผนกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีฉลาดเพื่อบริการทางสาธารณสุข

5.1 การวางกรอบเป้าหมายและผลกระทบของเทคโนโลยีฉลาดเพื่อบริการทางสาธารณสุข

สิ่งที่ผู้ให้ทุน/ผู้สนับสนุน หรือผู้วางนโยบาย ควรคำนึงถึงเป็นลำดับต้น ๆ คือ ผลกระทบของเทคโนโลยีฉลาด หากเกิดขึ้นแล้ว ผลกระทบนั้นสามารถเกิดได้หลายมิติพร้อม ๆ กัน หรือตามลำดับ ลดหล่นกันไป ขึ้นกับสถานการณ์ ความพร้อมของประชาชนผู้ใช้งาน ความพร้อมของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และบริบทอื่น ณ เวลานั้น สามารถแบ่งผลกระทบตามมิติ ต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

- มิติด้านเทคโนโลยี

เกิดเทคโนโลยีที่ผ่านกระบวนการสร้างและทดสอบการใช้งาน ได้แก่ เซนเซอร์สำหรับมนุษย์ที่สามารถติดตามโรคต่าง ๆ เช่น เบาหวาน ความดัน มะเร็ง โรคสมอง และความเสื่อมของร่างกาย ปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถทำนายแนวโน้มของสภาวะของร่างกายและการเกิดโรค และเทคโนโลยีฉลาดในการช่วยติดตามและฟื้นฟูสุขภาพ

- มิติด้านสุขภาพ

ประชาชนสามารถติดตามสภาวะสุขภาพและประเมินภาวะความเสี่ยงของการเกิดโรคจากเทคโนโลยีเซนเซอร์มนุษย์และปัญญาประดิษฐ์ การตระหนักรู้จะทำให้เกิดการป้องกันและสร้างเสริมสุขภาพได้ในช่วงระยะเวลาที่ยังมีชีวิตอยู่ของบุคคลใด ๆ ทำให้ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเสื่อมที่มีสาเหตุมาจากการพบแพทย์ล่าช้าเกินไป

- มิติด้านสังคม

สังคมและชุมชนเกิดความตระหนักรู้ด้านการใช้เทคโนโลยีฉลาดเพื่อติดตามสภาวะสุขภาพและประเมินความเสี่ยงของการเกิดโรค มีการสร้างแนวทางการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานในชุมชนที่เอื้อต่อการดำรงชีวิตของผู้สูงวัย ชุมชนท้องถิ่นเกิดการพึ่งพาตัวเองในการป้องกันดูแลรักษาสุขภาพ

- มิติด้านนโยบาย

เวชศาสตร์เชิงป้องกันได้รับการส่งเสริมอย่างเป็นรูปธรรมด้วยเทคโนโลยีฉลาดที่เกิดจากชุดโครงการหมู่บ้านมณีต้นแบบสามารถใช้เป็นที่ศึกษาและทดสอบเชิงนโยบายสำหรับการป้องกันและส่งเสริมการสร้างสุขภาพที่แข็งแรงให้กับสังคมสูงวัย

- มิติด้านกำลังคน

เกิดการสร้างระบบการบริหารจัดการที่เชื่อมโยงกำลังคนด้านการวิจัยเข้ากับหลายภาคส่วน ตั้งแต่ เอกชน ผู้วางนโยบาย และผู้ปฏิบัติในการสร้างเสริมป้องกันสุขภาพให้กับประชาชน และการใช้ดิจิทัลเพื่อประโยชน์ด้านสุขภาพ (กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม)

5.2 การวิเคราะห์ SWOT ด้านเทคโนโลยีฉลาดเพื่อให้บริการทางสาธารณสุข

การสร้างแผนกลยุทธ์เพื่อมุ่งให้เกิดผลกระทบดังที่กล่าวไว้ข้างต้น หากจะต้องมีการนำเทคโนโลยีฉลาดเพื่อให้บริการทางสาธารณสุขเกิดขึ้นจริง จะต้องมีการวิเคราะห์ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ของ

สถานการณ์ในแต่ละมิติ ซึ่งได้แก่ มิติด้านเทคโนโลยี มิติด้านสุขภาพ มิติด้านสังคม มิติด้านนโยบาย ของประเทศไทยในภาพรวม โดยผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลทางด้านนโยบายของประเทศ ความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีที่แสดงไว้ในบทที่ผ่านมา สถานการณ์ทางสังคม ความพร้อมของประชาชนและสังคม และสถานการณ์ทางสุขภาพ ทำให้ได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

สถานการณ์ของมิติต่าง ๆ ในปัจจุบัน	จุดแข็ง	จุดอ่อน	โอกาส	อุปสรรค
ด้านเทคโนโลยี	- มีนักวิจัยที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญ และมีศักยภาพในการวิจัยและพัฒนา	- ขาดการวางแผนการพัฒนาในระยะยาว - ขาดการวิเคราะห์ techno-economic ของเทคโนโลยีจากห้องทดลอง - ความสามารถในการนำงานวิจัยหรือเทคโนโลยีนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ยังอยู่ในระดับต่ำ - หน่วยงานสร้างเทคโนโลยีขาดระบบและวัฒนธรรมองค์กรในการบริหารจัดการเทคโนโลยีแบบเชื่อมโยงทุกภาคส่วน	- ประชาชนสามารถตอบรับการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ได้อย่างรวดเร็ว - ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางทางการแพทย์ (medical hub) ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ - มหาวิทยาลัยเด่น ๆ กระจายไปทุกภูมิภาค	- กำลังคนด้านการพัฒนาเทคโนโลยี เกิดการเคลื่อนย้ายแรงงานไปทำงานต่างประเทศ - ต่างประเทศมีทุนวิจัยสูงมากสำหรับการวิจัยและพัฒนาส่งผลต่อโอกาสการแข่งขันของประเทศไทย - สัดส่วนการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐกระจายไปตามกระทรวงต่างๆ ที่อาจจะขับเคลื่อนช้าในสร้างเทคโนโลยี
ด้านสุขภาพ	- ทีมแพทย์มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการรักษา	- ขาดแคลนบุคลากรทางการแพทย์ - ประชาชนยังขาดความรู้ด้านสุขภาพ (Health literacy)	- ประชาชนหันมาสนใจดูแลสุขภาพของตนเองมากขึ้น -	- การเปลี่ยนแปลงด้านประชากร สังคม และระบอบวิทยา รวมทั้งความไม่เสมอภาคในทุกระดับ - สัดส่วนของประชากรสูงอายุเพิ่มมากขึ้น (Aging Society)
ด้านสังคม	- มีกลุ่มชุมชนที่เข้มแข็งมีความสัมพันธ์ในชุมชนที่ดี	- กระบวนการทำงานขาดการวางแผนที่ดีส่งผลต่อการขับเคลื่อนงานและการพัฒนาชุมชน	- มีผู้นำในชุมชน ที่พร้อมจะประสานและรวมคนในชุมชน ส่งผลดีต่อการทดสอบงานในพื้นที่จริง - องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เทศบาล มีความแข็งแกร่ง และมี	- คุณภาพชีวิตของคนในชนบทในด้านต่างๆ ยังไม่ดีเท่าที่ควร - คนกลุ่มเสี่ยง (กลุ่มสูงวัย กลุ่มมีรายได้น้อย กลุ่มผู้พิการ เด็ก) มีโอกาสต่ำกว่าในการเข้าถึงเทคโนโลยีที่

			ต้นแบบที่ดี	ช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิต
ด้านนโยบาย	- มีการกำหนดนโยบายในการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	- ความไม่แน่นอนทางการเมือง ทำให้ขาดความต่อเนื่อง - ขาดการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการกำหนดนโยบาย	- มีการทำข้อตกลงทางการค้า และการลงทุนกับประเทศอื่นๆ - นโยบายสาธารณสุขและนโยบายต่างประเทศมีส่วนร่วมสนับสนุนซึ่งกันและกัน	- มีการเปลี่ยนแปลงนโยบายบ่อย - นโยบายจากภาครัฐบ่อยครั้งที่ไม่เป็นปัจจุบัน และมีการทำงานแบบรวมศูนย์ ทำให้ผลกระทบที่ไปถึงท้องถิ่นไม่เข้มข้น และไม่ตรงกับสถานการณ์ในแต่ละบริบท
ด้านกำลังคน	- มีสถาบันที่มีคุณภาพในการผลิตกำลังคนสำหรับการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี - โลกไร้พรมแดน การจ้างงานสามารถเกิดได้โดยไม่จำกัดเชื้อชาติ	- ขาดแรงจูงใจในการนำบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเข้ามาทำงานในองค์กรภาครัฐ - ขาดหลักสูตรในการสร้างแรงงานที่มีทักษะที่ตอบสนองต่อเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ในปัจจุบัน - อาจารย์จากมหาวิทยาลัยขาดโอกาสในการปรับตัว มีสัดส่วนของภาระหน้าที่ประจำต่อเวลาพัฒนาด้าน	- มีการให้ทุนสนับสนุนเพื่อพัฒนาบุคลากรด้านการวิจัยและด้านวิชาการ	- ต่างประเทศมีบุคลากรที่มีทักษะและความรู้ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านจำนวนมาก - ทักษะและมุมมองของประชาชนโดยรวมในประเทศ ที่ยังไม่เชื่อมั่นในเทคโนโลยีของคนไทย - การทำความร่วมมือที่มุ่งหวังผลกระทบสูงในระยะยาวกับหน่วยงานต่างประเทศยังอยู่ในสัดส่วนที่ต่ำ อาทิ ASEAN APEC WHO

5.3 แผนกลยุทธ์ในการสนับสนุนทุนวิจัยด้านเทคโนโลยีฉลาดเพื่อให้บริการทางสาธารณสุข

แผนกลยุทธ์ในการสนับสนุนทุนวิจัยด้านเทคโนโลยีฉลาดเพื่อให้บริการทางสาธารณสุข จะแบ่งออกเป็นสามระยะ แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แผนกลยุทธ์ในการสนับสนุนทุนวิจัยด้านเทคโนโลยีฉลาดเพื่อให้บริการทางสาธารณสุข (*ทั้งสามระยะอาจทำคู่ขนานกันไปได้)

	ระยะที่ 1*	ระยะที่ 2*	ระยะที่ 3*
แพลตฟอร์ม	การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฉลาด		
เทคโนโลยีหุ่นยนต์	- สนับสนุนทุนตามช่องทางเดิม หรือ การให้แบบ block grant/program-based grant		

	ในขนาดงบประมาณไม่ต่ำกว่า 100 ล้านบาท - ให้ทุนสนับสนุนนักวิจัยทำงานร่วมกับบริษัททุนยนต์ในประเทศ - ผลักดันให้มีการยื่นขอรับความคุ้มครองทางทรัพย์สินปัญญา - ผลักดันให้ได้รับการรับรองมาตรฐานในระดับสากล	การวิเคราะห์การรับเทคโนโลยีของประชากรไทย (Technology Adoptability)	การสร้างระบบนิเวศชุมชนและโครงสร้างพื้นฐานของเมือง (Social Interaction and Infrastructure)
เซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์	- ให้ทุนสนับสนุนนักวิจัยที่มีประสบการณ์ทำงานร่วมกับเอกชน มีสิทธิบัตรหรือต้นแบบเดิมอยู่แล้ว - ผลักดันให้ได้รับการรับรองมาตรฐานในระดับสากล - พัฒนา technology roadmap โดยอาศัยหลักการ techno-economy ร่วมด้วย การวิเคราะห์ดังกล่าว จะทำให้สามารถพัฒนา business model ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น		
เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์	- ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาต่อเนื่องในระยะยาว - ให้การสนับสนุนกับหน่วยงานภาครัฐ เพื่อจัดตั้งสถาบันปัญญาประดิษฐ์ - พัฒนาชุดข้อมูลหรือฐานข้อมูลสาธารณะที่สามารถใช้งานร่วมกันได้ - มีการตรวจสอบถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความปลอดภัยของระบบปัญญาประดิษฐ์		

แผนกลยุทธ์ในการสนับสนุนทุนวิจัยด้านเทคโนโลยีฉลาดเพื่อให้บริการทางสาธารณสุข จะแบ่งออกเป็นสามระยะ โดยที่ทั้งสามระยะอาจดำเนินการไปพร้อมกันได้ ได้แก่

ระยะที่ 1 การให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฉลาด กลไกในภาพรวม

- ควรมีการทำแผนการให้ทุนที่ชัดเจนและครอบคลุม อาจจะมีการจัดประชุม สัมมนาในระดับประเทศ โดยมีความร่วมมือจากทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ เอกชน กลุ่มผู้บริโภค และองค์กรต่างๆ เป็นต้น เพื่อร่วมหาแนวทางในการวางแผนวิจัยพัฒนาและการวางนโยบายเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีฉลาดสำหรับให้บริการทางสาธารณสุข

- ควรให้การสนับสนุนกับนักวิจัย/องค์กรที่มีความสัมพันธ์กับหน่วยงานต่างประเทศ หรือแสดงความจำนงอย่างจริงจังในการสร้างความสัมพันธ์ ในยุคปัจจุบันไม่พบคำว่าการทำงานคนเดียวหรือประเทศเดียวจะสามารถสร้างผลกระทบที่ใหญ่ได้

- การให้ทุนสนับสนุน ควรเป็นการให้ทุนผ่านศูนย์กลางบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพเพื่อช่วยเหลือนักวิจัยให้ทำงานวิจัยได้คล่องตัวโดยไม่ต้องกังวลกับปัญหาด้านเอกสาร การดำเนินงาน และการบริหารจัดการงบวิจัย เป็นต้น

- ควรมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือระบบประสานที่ดีเข้ามารับผิดชอบการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ครบวงจร ทั้งในส่วนของการให้ทุน ให้คำปรึกษา และเป็นตัวกลางระหว่างนักวิจัยและบริษัทเอกชน จนสามารถช่วยผลักดันให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ โดยเริ่มตั้งแต่การวิจัยและพัฒนา (R&D) การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Design) การผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Pilot product) การประเมินประสิทธิภาพ (Performance Evaluation) การผลิต (Production) และการตลาด (Marketing) ทั้งนี้หน่วยงานอาจเกิดจากการจัดระเบียบใหม่ภายในองค์กรเดิม เช่น มหาวิทยาลัย

สำหรับการให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีฉลาดเพื่อให้บริการทางสาธารณสุข ซึ่งประกอบด้วยแพลตฟอร์มต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ กลไกลย

1.1 สนับสนุนทุนตามช่องทางเดิม หรือ การให้แบบ block grant/program-based grant ในขนาดงบประมาณไม่ต่ำกว่า 100 ล้านบาท เป็นต้น

1.2 ให้ทุนสนับสนุนนักวิจัยทำงานร่วมกับบริษัทหุ่นยนต์ในประเทศ

ประเทศไทยมีความพร้อมในด้านนักวิจัย และห้องปฏิบัติการสำหรับพัฒนาและวิจัยด้านหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ เพื่อให้การวิจัยพัฒนามีประสิทธิภาพมากขึ้น ควรมีการรวมกลุ่มของนักวิจัยที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในด้านนี้ ทำงานร่วมกับภาคเอกชน ตัวอย่างเอกชนที่พัฒนาหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ เช่น บริษัท CT Asia ผู้ผลิตหุ่นยนต์เดินสอ นอกจากการรวมกลุ่มของนักวิจัยที่พัฒนาด้านหุ่นยนต์แล้ว การพัฒนาเทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ จะต้องอาศัยนักวิจัยจากหลากหลายสาขา รวมทั้งมีการพัฒนาเซนเซอร์และระบบปัญญาประดิษฐ์ไปพร้อมๆ กันเพื่อให้เพิ่มฟังก์ชันการทำงานให้กับหุ่นยนต์

1.3. ผลักดันให้มีการยื่นขอรับความคุ้มครองทางทรัพย์สินปัญญา

แม้ว่าประเทศไทยจะมีความพร้อมด้านนักวิจัย สถาบันการศึกษาที่พัฒนาบุคลากรที่มีความสามารถในการพัฒนาหุ่นยนต์ หรือการมีชื่อเสียงในเรื่องการแข่งขันหุ่นยนต์ในระดับโลก แต่จากการศึกษาข้อมูลสิทธิบัตรยังพบว่าประเทศไทยมีจำนวนคำขอรับสิทธิบัตรทั้งในไทยและต่างประเทศน้อย ดังนั้นจะต้องเร่งผลักดันให้นักวิจัยยื่นขอจดสิทธิบัตร เพื่อเพิ่มโอกาสในการพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ทั้งในไทยและต่างประเทศ โดยหากยังไม่มีผลักดันในเรื่องนี้จะทำให้ความอิสระในการดำเนินการ

(Freedom to operate) หรือโอกาสในการแข่งขันในตลาดโลกน้อยลง โดยเฉพาะการส่งออกไปต่างประเทศจะทำได้ยากขึ้น เนื่องจากในต่างประเทศมีการยื่นขอรับความคุ้มครองด้านทรัพย์สินปัญญามาก ซึ่งจะมีความเสี่ยงต่อการไปละเมิดสิทธิของผู้ที่ยื่นขอจดก่อนหน้า

1.4 ผลักดันให้ได้รับการรับรองมาตรฐานในระดับสากล

ในการผลิตเทคโนโลยีหุ่นยนต์เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพเพื่อวางขายและส่งออก หุ่นยนต์จะต้องผ่านมาตรฐานต่างๆ เช่น หากหุ่นยนต์จัดเป็นเครื่องมือแพทย์จะต้องผ่านมาตรฐานกระบวนการผลิตเครื่องมือแพทย์เช่น ISO13485 และ GMP และมาตรฐานความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เครื่องมือแพทย์เช่น CE Mark (EU) และ UL (USA) ดังนั้นจะต้องมีหน่วยงานเข้ามาดูแลและสนับสนุนในส่วนนี้ เพราะถือเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้หุ่นยนต์ที่ผลิตขึ้นเป็นที่ยอมรับในระดับสากลและสามารถส่งออกไปต่างประเทศ

2. การสร้างเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์อัจฉริยะเพื่อติดตามสภาวะสุขภาพของผู้มาใช้บริการ

สุขภาพ

กลไกย่อย

2.1 ให้ทุนสนับสนุนนักวิจัยที่มีประสบการณ์ทำงานร่วมกับเอกชน มีสิทธิบัตรหรือต้นแบบเดิมอยู่แล้ว

จากการวิเคราะห์สิทธิบัตร พบว่ามีสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับไบโอเซนเซอร์อัจฉริยะเพื่อติดตามสภาวะสุขภาพยื่นขอจดจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีอื่นคือ AI และหุ่นยนต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่พร้อมนำมาต่อยอด ดังนั้นควรจะมีการให้ทุนสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบดังกล่าว เพื่อให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีมาตรฐานตามข้อกำหนดต่างๆ ตัวอย่างเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ต้นแบบเพื่อติดตามสภาวะสุขภาพของผู้มาใช้บริการสุขภาพ ได้แก่ เครื่องความดันเลือดด้วยวิธีโคโรคอฟ (สิทธิบัตรเลขที่ 1401005177) อุปกรณ์วัดส่วนของร่างกาย (สิทธิบัตรเลขที่ 1601005584) และอุปกรณ์จำแนกหมู่เลือดเอบีโอ-อาเอชและวิธีการจำแนกหมู่เลือดนั้น (สิทธิบัตรเลขที่ 1401006766) เป็นต้น

2.2 ผลักดันให้ได้รับการรับรองมาตรฐานในระดับสากล

ในการส่งเสริมเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์อัจฉริยะเพื่อติดตามสภาวะสุขภาพของผู้ใช้บริการสุขภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้จำเป็นจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานต่างๆ เช่น มาตรฐาน ISO และได้รับรองจาก FDA เป็นต้น ซึ่งในประเทศไทยมีระบบการให้บริการเทคนิคด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(MSTQ) แบ่งเป็น 4 หมวดหลัก ได้แก่ ระบบมาตรวิทยา (M: Metrology) การกำหนดมาตรฐาน (S: Standardization) การทดสอบ (T: Testing) และการรับรองคุณภาพ (Q: Quality Assurance)

3. เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการพัฒนาตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพ

การพิจารณาให้ทุนเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีนี้ควรเป็นวาระเร่งด่วน เพราะจากการวิเคราะห์สิทธิบัตรพบว่าเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว หากประเทศไทยยังไม่มีแผนพัฒนา

อย่างเป็นรูปธรรม จะทำให้ประเทศไทยล้าหลังประเทศอื่นๆ และอาจจะต้องซื้อระบบเหล่านี้จากต่างชาติมาใช้ประโยชน์ แต่ทั้งนี้ต้องมีแผนและรูปแบบการให้ทุนที่ชัดเจนตอบโจทย์ความต้องการผู้ใช้งาน

กลไก 3.1 ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาต่อเนื่องในระยะยาว

เนื่องจากการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์จะต้องใช้เวลาให้ระบบเรียนรู้ข้อมูล (training) เพื่อให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำในการประมวลผล อีกทั้งทำให้สามารถนำระบบดังกล่าวไปทดสอบใช้จริงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงจำเป็นจะต้องมีการสนับสนุนให้ทุนการวิจัยและพัฒนาแบบระยะยาว

3.2 ให้การสนับสนุนกับหน่วยงานภาครัฐ เพื่อจัดตั้งสถาบันปัญญาประดิษฐ์

เพื่อให้งานวิจัยและพัฒนาด้านปัญญาประดิษฐ์มีประสิทธิภาพและสามารถแข่งขันกับต่างชาติได้ ควรมีการจัดตั้งสถาบันปัญญาประดิษฐ์โดยภาครัฐ เช่นมหาวิทยาลัย/สถาบันวิจัย โดยผู้จัดตั้งลงทุนเรื่องทรัพยากรบุคคล ซึ่งอาจจะมีการขอยืมตัวบุคลากรจากมหาวิทยาลัยเป็นระยะเวลา 3-5 ปี เพื่อมาทำงานเต็มเวลา

3.3 พัฒนาชุดข้อมูลหรือฐานข้อมูลสาธารณะที่สามารถใช้งานร่วมกันได้โดยใช้ความเชี่ยวชาญจากเอกชน เช่น อิตาซิแวนทารา ออราเคิล กูเกิ้ล ไอบีเอ็ม

ข้อมูลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากในการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ เนื่องจากต้องอาศัยการสอนคอมพิวเตอร์จากการศึกษาจากข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการฝึกสอนเรียกว่า training data และชุดข้อมูลที่นำมาทดสอบจะเรียกว่า test data จะเห็นได้ว่าหากมีชุดข้อมูลจำนวนมาก ก็จะมีส่วนช่วยให้ระบบปัญญาประดิษฐ์มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาชุดข้อมูลหรือฐานข้อมูลสาธารณะที่ให้นักวิจัยสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ได้ นอกจากปริมาณข้อมูลแล้ว คุณภาพและความถูกต้องของชุดข้อมูลก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ การจัดการข้อมูลจะเริ่มนับจาก 1 จะล่าช้า ดังนั้นควรมีการทำความร่วมมือกับบริษัทเอกชนขนาดใหญ่ เพื่อใช้ know-how จากที่บริษัทเหล่านี้มีอยู่ โดยมีการตกลงกันเรื่องความลับของข้อมูลและการได้ประโยชน์จากข้อมูล เพื่อให้เกิดความรวดเร็วของผลสัมฤทธิ์ และมีมาตรฐานสากล

3.4 มีการตรวจสอบถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความปลอดภัยของระบบปัญญาประดิษฐ์

ในการนำระบบปัญญาประดิษฐ์ไปใช้งานจริงจะต้องมีการตรวจสอบว่าระบบดังกล่าวมีความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความปลอดภัย ดังนั้นจะต้องมีกระบวนการประเมินค่าของระบบว่าเป็นไปตามความต้องการของข้อกำหนดหรือไม่ (Verification) และกระบวนการประเมินค่าของระบบว่าเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งานหรือไม่ (Validation)

ระยะที่ 2 การวิเคราะห์การรับเทคโนโลยีของประชากรไทย (Technology Adoptability)

กลไกในภาพรวม

เมื่อได้หุ่นยนต์หรือเทคโนโลยีฉลาดที่มีคุณสมบัติที่ต้องการ จะมีการนำมาทดสอบการใช้งานจริงในชุมชน

หรือโรงพยาบาลเพื่อประเมินและวิเคราะห์การรับเทคโนโลยี (Technology adoption) ของผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ โดยชุมชนหรือโรงพยาบาลดังกล่าวจะเป็น test bed หรือแหล่งทดสอบหุ่นยนต์ และมีกิจกรรมประกอบ อาทิเช่น การอบรมการรับรู้ถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ในการเป็นผู้ช่วยแพทย์หรือผู้ช่วยพยาบาล ในการดูแลผู้ป่วย หรือการเป็นพยาบาลในแต่ละครัวเรือนหรือชุมชน เป็นต้น ดังนั้นหน่วยงานให้ทุนจะต้องสนับสนุนให้มีพื้นที่สำหรับการทดสอบการใช้งานจริง

ตัวอย่างแพลตฟอร์มการทดสอบใช้งานจริงในต่างประเทศคือ Living Lab ซึ่งเป็นแพลตฟอร์ม ในการให้บริการผู้ประกอบการ นักวิจัย/ผู้เชี่ยวชาญ หน่วยงานให้ทุนทั้งจากภาครัฐและเอกชน และผู้ใช้งาน สร้างนวัตกรรมร่วมที่มีการออกแบบ และทดสอบการใช้งานถูกต้องตามหลัก โดยหน่วยงานผู้ก่อตั้ง Living Lab จะเป็น ผู้สนับสนุนผลักดันให้นวัตกรรมที่เกิดขึ้นเข้าสู่กระบวนการทดสอบกับสถานที่จริง ผู้ใช้จริง โดยพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบการใช้งานที่สะดวกต่อผู้ใช้ ทั้งทางด้านโรงพยาบาล และตัวผู้ป่วยเอง เพื่อเกิดประสิทธิภาพสูงสุดของการทำงาน และสามารถพัฒนาให้ตอบโจทย์อุตสาหกรรมดิจิทัลสุขภาพได้ ในการทดสอบการใช้งานนวัตกรรมในรูปแบบของ Living Lab มีระบบการจัดการทางด้านสำคัญต่าง ๆ ดังนี้ 1. การให้ความช่วยเหลือด้านวิชาการ 2. การดำเนินการด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ 3. การทดสอบภาคสนาม 4. การรายงานผลการใช้นวัตกรรมในรูปแบบที่เป็นสากล สามารถตีพิมพ์ นำเสนอผลงานในระดับนานาชาติ ใช้เป็นหลักฐานในการขอผ่านมาตรฐานต่าง ๆ เช่น อย. สมอ. และอื่น ๆ และสามารถนำผลงานไปอ้างอิงได้

ระยะที่ 3 การสร้างระบบนิเวศชุมชนและโครงสร้างพื้นฐานของเมือง (Social Interaction and Infrastructure)

กลไกในภาพรวม

เพื่อให้เกิดการอยู่ร่วมกันระหว่างเทคโนโลยีฉลาดกับชุมชนอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องมีการการสร้างระบบนิเวศชุมชนหรือเครือข่ายชุมชนเพื่อรองรับการใช้เทคโนโลยีฉลาดอื่นๆ นอกเหนือไปจากหุ่นยนต์ด้วย เช่น เทคโนโลยีฉลาดในมิติของสุขภาพ อาหาร เกษตร สิ่งแวดล้อม (smart home, smart food, smart farm, etc) และรวมไปถึงการวางโครงสร้างพื้นฐานด้านผังเมืองที่จะทำให้คนอยู่ได้อย่างมีความสุข โดยชุมชนจะถูกเรียกว่ารูปแบบหมู่บ้านหรือชุมชนดังกล่าวนี้อาจมีการแพร่หลายออกไปเป็นหมู่บ้านในต่างประเทศได้ หากมีการพัฒนาให้ต่อเนื่องและมีการสร้างความตระหนักรู้ด้านการรับเทคโนโลยีทางด้านหุ่นยนต์ให้กับสังคมผ่านการสื่อสารการตลาดในรูปแบบที่เป็นมืออาชีพ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เทศบาลนครต่างๆ โดยหน่วยงานเหล่านี้มีแผนกลยุทธ์อยู่แล้ว อาทิ แผนสี่ปีที่ช่วยขับเคลื่อนด้านสาธารณสุขที่เรียกว่า Healthy City ซึ่งแบ่งงบประมาณลงไปถึงการให้บริการคนในชุมชน แต่งบประมาณอาจจะน้อย หากมีเทคโนโลยีใหม่ๆ เกิดขึ้นจากแพลตฟอร์มในระยะที่ 1 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมียุทธศาสตร์เชื่อมประสานให้สอดคล้องกับบริบทและยุทธศาสตร์ในท้องถิ่นนั้นๆ เช่น นโยบายขับเคลื่อน smart city ของ 7 จังหวัด (เชียงใหม่ ภูเก็ต ขอนแก่น กรุงเทพมหานคร ชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา) ที่ต้องการเทคโนโลยีและกำลังคนในการขับเคลื่อน

เอกสารอ้างอิง

- [1] รัชตะ รัชตะนาวิน. (2558). “รัชตะ”มั่นใจ ภายในปี 2565 เต็มเต็มจำนวนแพทย์ไทย ได้มาตรฐานโลก กำหนด ค้นหาเมื่อ 7 มิถุนายน 2561, จาก http://pr.moph.go.th/iprg/include/admin_hotnew/show_hotnew.php?idHot_new=72958
- [2] ปราโมท ประสาทกุล และคณะ. (2559). รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2559. กรุงเทพฯ: บริษัท ฟรินเทอริ จำกัด.
- [3] นเรศ ดำรงชัย และคณะ. (2558). แผนที่น่าสนใจทางการพัฒนาเทคโนโลยีหุ่นยนต์ทางการแพทย์.
- [4] สถาบันทรัพยากรเส้นทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2560). รายงานการวิเคราะห์แนวโน้ม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมหุ่นยนต์เพื่ออุตสาหกรรม.
- [5] ฝ่ายวิจัยนโยบาย สวทช. สมุดปกขาว เรื่อง “อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ของประเทศไทย”.
- [6] National robotics initiative (NRI). (2016). **The realization of co-robots acting in direct support of individuals and groups**. Retrieved June 20, 2018, from https://www.nsf.gov/pubs/2016/nsf16517/nsf16517.htm#awd_info
- [7] The Ministry of Economy, Trade and Industry (METI). (2014). **Revision of the Four Priority Areas to Which Robot Technology is to be Introduced in Nursing Care of the Elderly**. Retrieved June 20, 2018, from http://www.meti.go.jp/english/press/2014/0203_02.html
- [8] Gregory C. Allen. (2017). **Putin and Musk are right: Whoever masters AI will run the world**. Retrieved June 22, 2018, from <https://edition.cnn.com/2017/09/05/opinions/russia-weaponize-ai-opinion-allen/index.html>
- [9] Sophie Brayne, Scott McKellar & Kyriakos Tzafestas. (2018). **Artificial intelligence in the Life Science & Patent Analytics**. London. IP Pragmatics Limited
- [10] Chinaplust. (2017). **AI-related courses to be set up in China’s primary and secondary schools**. Retrieved June 19, 2018, from <http://chinaplus.cri.cn/news/china/9/20170828/21321.html>
- [11] FDA News Release. (2018). **FDA permits marketing of artificial intelligence-based device to detect certain diabetes-related eye problems**. Retrieved June 25, 2018, from <https://www.fda.gov/newsevents/newsroom/pressannouncements/ucm604357.htm>
- [12] FDA News Release. (2018). **FDA permits marketing of artificial intelligence algorithm for aiding providers in detecting wrist fractures**. Retrieved June 25, 2018, from <http://www.fda.gov/newsevents/newsroom/pressannouncements/ucm608833.htm>
- [13] ภาณิศ หาดพัฒนพันธ์. Sensor technology. **Horizon Scanning the Frontier of science Technology and Innovation**, 5(4), 6-9

- [14] FHI 360 HEADQUARTERS. **Quality and Performance Guidance on Selection of Pregnancy Tests for Procurement.**
- [15] Maria Lazarte. (2013). **More accurate self-testing results for diabetes patients with new ISO standard.** Retrieved June 28, 2018, from <https://www.iso.org/news/2013/06/Ref1749.html>

ภาคผนวก

1. สิทธิบัตรไทยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในต่างประเทศ

Displaying 1 - 7 of 7					Display 10 records per page
☐	Item	Publication Number	Assignee/Applicant	Publication Date	Current IPC
☐	1	WO2018063105A1	NATIONAL SCIENCE AND TECH DEVELOPMENT AGENCY	2018-04-05	A61B 5/00
		Title: [5]HELICENE DERIVATIVES AS MOLECULAR REPORTERS FOR DIAGNOSTIC APPLICATIONS AND METHODS OF SYNTHESIS THEREFOR			
☐	2	WO2018063102A1	CHITIPALUNGSRI SOMSAK	2018-04-05	F24F 7/007
		Title: AUTOMATIC VENTILATION CONTROL SYSTEM			
☐	3	WO2018048362A1	KING MONGKUTS UNIV OF TECHNOLOGY THONBURI KMUTT	2018-03-15	G01N 27/26
		Title: PROCESS OF PRODUCTION OF INTERDIGITATED ARRAY OF ELECTRODES AND DERIVATIVES BY SCREEN PRINTING TECHNIQUE			
☐	4	WO2017164825A2	KING MONGKUT'S UNIV OF TECH THONBURI	2017-09-28	A63H 29/22
		Title: AUTOMATIC MOBILE ROBOT FOR FACILITATING ACTIVITIES TO IMPROVE CHILD DEVELOPMENT			
☐	5	WO2016175712A1	SRANGBANDITSAKUL SAMART	2016-11-03	G01G 19/50
		Title: SMART CARD READER WITH LOCATION IDENTIFICATION AND TRANSFERRING DATA TO SERVER VIA GPRS SYSTEM			
☐	6	WO2012064292A1	NAT SCIENCE AND TECHNOLOGY DEV AGENCY	2012-05-18	C01B 31/04
		Title: A METHOD FOR PREPARING POLYMER/OXYGEN-FREE GRAPHENE COMPOSITES USING ELECTROCHEMICAL PROCESS			
☐	7	WO2010138088A1	KODCHA KRAIRURG	2010-12-02	C02F 1/68
		Title: MINERAL WATER PRODUCING SYSTEM			
Displaying 1 - 7 of 7					Display 10 records per page

2. สิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรที่ยื่นขอรับความคุ้มครองในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามสภาวะสุขภาพ แบ่งแยกตามประเภทของเซนเซอร์ได้แก่ เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี จมูกอิเล็กทรอนิกส์ และไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ

เลขที่คำขอ	ชื่อสิ่งประดิษฐ์	ผู้ขอจดสิทธิบัตร	ผู้ประดิษฐ์
เซนเซอร์ทางไฟฟ้าเคมี			
1501000653	กรรมวิธีการสร้างพอลิเมอร์เยื่อเลือกผ่านโมเลกุลสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดสารยูเรีย และสารประกอบอินทรีย์ในน้ำ แบบไมใช้เอนไซม์ (Polymeric Selective Membranes for non-enzymatic detection of urea and organic compounds)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	นายสิริพัฒน์ ประโทนเทพ, นายจิตติ หนูแก้ว, นางสาวนงลักษณ์ หวงกำแหง, นางสาวศุภนิจ พรธีระภัทร, นายยศวัต ราษฎร์สุข, นายศุภณัฐ ศศิพงษ์พนา, นางวันทนา เกิดนิยม, นายคุณานนต์ ฉัตรไตรรัตน์, นายประภากร

			รัตนวารินทร์ชัย
1303000313	ชุดไบโอเซนเซอร์ตรวจวัดไอโซพรอสเทน-เอฟ2 (F2-isoprostanes biosensor)	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	นางสาวริษา ภัทรमानนท์, นางสาวปนัดดา อเนกเวียง
0601003371	เทคนิคการวิเคราะห์ทางไฟฟ้าแอมเพอโรเมทรีแบบผ่านช่องทาง (Gated Amperometry)	เบเยอร์ เฮลล์แคร์ แอลแอลซี .	นายหว่าง-ปิง วู, นายคริสติน เนลสัน, นายเกร็ก พี. เบียร์
0901000618	ระบบตรวจวัดอิเล็กโตรเคมีคอลเซนเซอร์ (Electrochemical sensor) แบบตรวจวัดตามเวลาจริง (real time) สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย , สำนักงานกองทุนสนับสนุนการ วิจัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	รองศาสตราจารย์บุญเจริญ วงศ์กิตติศึกษา, รอง ศาสตราจารย์ปณต ถาวรรัง กูร, รองศาสตราจารย์ชูศักดิ์ ลิ้มสกุล, นายวรากร ลิ้มบุตร, นายต่าย บัณฑิตศักดิ์, นางสาว สุภาพรดาวัลย์, นาย อภรณ์ นุ่มน่วม, นางสาว สุชีราลอย ประเสริฐ, นาย ชิตนนท์บุรณ ชัย, นางสาว จงดีธรรมเขต, ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรรณิ อัศวตรีรัตนกุล, นาย พุทธิพล กัลป์จารุ, นาย นัฐพรพงศ์ พนธุ์วิฑูร, รองศาสตราจารย์ เพริศพิชญ์ ฅณาธารณา
1001000685	อุปกรณ์โคเลสเตอรอลเซนเซอร์ชนิดไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Cholesterol sensor) ที่ใช้คาร์บอนนาโนทิวป์ ที่เคลือบด้วยโพลีอะนิลีนและ cholesterol enzymes ด้วยวิธีการไฟฟ้าเคมีพร้อมด้วย ห้องแช่เบอรินในตัวขนาดเล็ก และกระบวนการผลิตอุปกรณ์ดังกล่าว	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ	นายอนูรัตน์ วิเศษสุรอรอด, นางสาวพรพิมล ศรีทองคำ
จุ่มกือเล็กทรอนิกส์			
0601000559	"กระบวนการผลิตอุปกรณ์ก๊าซเซนเซอร์แบบฟิล์มบางบนตัวทำความร้อนแบบเมมเบรนลอย"	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ	นายอนูรัตน์ วิเศษสุรอรอด
0501003651	"ก๊าซเซนเซอร์แบบฟิล์มบางบนตัวทำความร้อนแบบเมมเบรนลอย (floating membrane)ซึ่งทำจากกระบวนการ Electro-Fabrication (E-Fab) และกระบวนการผลิตอุปกรณ์	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ	นายอนูรัตน์ วิเศษสุรอรอด

	ดังกล่าว"		
0601003844	"ชุดของเซ็นเซอร์โพลิเมอร์คอมโพสิตกึ่งตัวนำไฟฟ้าสำหรับจุ่มอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโครงสร้างหลายชั้น"	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.	นาย สมบุญสหสิทธิวัฒน์, นางสาว ละอองดาวเม่นบาง ผึ้ง, นาย ไพศาลเสตสุวรรณ
0801004238	"วิธีการตรวจจักษ์ลินและเครื่องตรวจวัดกลืนที่ใช้วิธีการดังกล่าว"	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ , สำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ	นาย สิริพัฒน์ประโทนเทพ, นาย รุ่งโรจน์เมลาณนท์
1501000778	"สารละลายแขวนลอยสำหรับใช้เป็นตัวตรวจวัดก๊าซอะซีโตน"	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	นายสรวง สมานหมู่
0601005671	"อุปกรณ์ก๊าซเซ็นเซอร์ที่สร้างจากวัสดุผสมของ tin oxide และ carbon nanotube และกระบวนการผลิตอุปกรณ์ดังกล่าว"	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ .	นายอนุรัตน์ วิศิษฎ์สรอรรถ
0501003103	"อุปกรณ์ก๊าซเซ็นเซอร์แบบฟิล์มบางชนิดที่มีตัวทำความร้อนอยู่ ด้านเดียวกันเซ็นเซอร์ และกระบวนการผลิตอุปกรณ์ดังกล่าว"	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	นายอนุรัตน์ วิศิษฎ์สรอรรถ
1001001840	เครื่องจุ่มอิเล็กทรอนิกส์แบบกระเป๋าทิ้ง	มหาวิทยาลัยมหิดล	ผศ.ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ, นาย ชัชวาล วงศ์ชูสุข
1601006910	เครื่องวิเคราะห์ก๊าซแบบพกพาที่บ่งบอกถึงความเป็นเอกลักษณ์ ของโรคต่างๆ จากก๊าซที่อยู่ในลมหายใจ	บริษัท เฮลท์ อินโนวิชั่น จำกัด	วีระชัย นาสัมพันธ์, ภาณุเดช ประมูลสิน, วรินทร์ ไชยโรจน์ รัตน์
1703000403	ระบบตรวจวัดก๊าซจากลมหายใจขนาดพกพา	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	นายเดโช สุรางค์ศรีรัฐ, นาย สุพัฒน์ สัมพันธ์ยุทธ์, นาย สรวง สมานหมู่, นายสุรเชษฐ์ สุนทรทวีทรัพย์
1403001534	ระบบวงจรวัดก๊าซเซ็นเซอร์เคมีไฟฟ้า	ระบบวงจรวัดก๊าซเซ็นเซอร์ เคมีไฟฟ้า	นายอนุรัตน์ วิศิษฎ์สรอรรถ, นายณัฐพล วัฒนวิสุทธิ, นาย ทวี ปือกฝ้าย, นายอดิสร เดือนตรานนท์
1601005910	ระบบสำหรับการทดสอบคุณสมบัติวัสดุก๊าซเซ็นเซอร์แบบฟิล์ม	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, สำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัย กานต์ เลี้ยวศิริชัย, นายอนุ รัตน์ วิศิษฎ์สรอรรถ

1301006670	วิธีตรวจวัดก๊าซและสารระเหยกับอุปกรณ์ เซ็นเซอร์ที่ใช้วิธีการดังกล่าว	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	นายรุ่งโรจน์ เมาลานนท์, นางสาววินัดดา วงศ์วิริยะพันธ์, นายสิริพัฒน์ ประโทนเทพ
1601005697	องค์ประกอบและวิธีการเตรียมองค์ประกอบสำหรับตรวจวัดก๊าซอะซีโตน และ เซนเซอร์ที่มีองค์ประกอบสำหรับตรวจวัดก๊าซอะซีโตนดังกล่าว	บริษัท เฮลท์ อินโนเวชั่น จำกัด	วีระชัย นาสัมพันธ์, ภาณุเดช ประมูลสิน, วรินทร์ ไชยโรจน์รัตน์
ไบโอเซนเซอร์แบบกระดาษ			
1501005648	"กรรมวิธีการเตรียมเซนเซอร์แบบสังเกตการเปลี่ยนแปลงด้วยสีที่มีกระดาษเป็นฐาน รองรับสำหรับสารที่มีสภาวะความเป็นกรด (Preparation of Paper Based Colorimetric Sensor for Acidic Condition)"	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	นางสาว กมลวรรณ ธรรมเจริญ, นางสาว อัจฉริยา นพวิญญวงศ์
1301004656	"กระบวนการขยายสัญญาณของอนุภาคทองคำขนาดนาโนด้วยการเพิ่มขึ้นโลหะติดฉลาก"	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	นางสาววิวรรณ เหล่าเจริญสุข, นางสาวพัชรสุดา ดวงแก้ว
1403000817	ชุดตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูก โดยวิธีอิมมูโนเซ็นเซอร์แบบการไหลแนวตั้งชนิดรู้ผลเร็ว และกรรมวิธีการตรวจคัดกรองดังกล่าว	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	นางสาววีรกัญญา มณีประภรณ์, นางสาวธารารัตต์ ธารากุล, นางสาวสาธิตา ตปนียากร, นางสาวอุษอร ยกชม, นายสมศักดิ์ ไหลเวชพิทยา, นางสาวพยอม เอกศิริ, นายจรินทร์ เทพทัย, นางจันทร์ดี ระแบบเลิศ
1503001031	แผ่นทดสอบอะไมลอยด์บีตา (Amyloid beta test strip) และชุดน้ำยา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ริษา ภัทรมานนท์, นางสาวภัทรสุดารักทอง