บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาแขนกลควบคุมระยะไกลสำหรับการจัดเปลี่ยนต้นกำเนิดรังสีความแรงสูง พร้อมโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ข้อสรุปดังนี้

5.1.1 แขนกลที่พัฒนาขึ้นมีการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้ 5 จุด ทำให้มีความละเอียดในการทำงาน และมีขนาดเล็กเคลื่อนที่ได้อิสระ สามารถจับชิ้นงานขนาดเล็กทั้งทรงกลม ทรงเหลี่ยม และทรงกระบอกได้สะดวก ควบคุมง่าย

5.1.2 ไมโครคอนโทรเลอร์ที่ใช้เป็นรุ่น CPAT-32 ใช้ CPU เบอร์ MCS-51 ขนาดหน่วยความจำ ROM และ RAM ขนาด 8kB จัดพอร์ตใช้งานไว้ 3 ชุด คือ E080H-E083H, E0A0H-E0A3H และ E0C0H-E0C3H สามารถจัดระบบควบคุมแขนกลผ่านแป้นกด (Key Pad)ขนาด 25 คีย์และแสดงผลบนจอ LCD ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน มีความยืดหยุ่นต่อการปรับเปลี่ยนโปรแกรมเฉพาะงานเมื่อต้องการ

5.1.3 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับควบคุมการทำงานแบบ Manual เขียนด้วยภาษาเบสิก (CP32-Basic) มีขนาด 8 kB

5.1.4 ระบบขับเคลื่อนแขนกลใช้ระบบไฟฟ้า โดยต้นกำลังเป็นแบบผสมระหว่างมอเตอร์กระแสตรง 5 ตัว และมอเตอร์สเต็ปปิง 3 ตัวควบคุมการทำงานผ่านแผ่นวงจร ET-SMCC และตรวจสอบขีดจำกัดของตำแหน่งเคลื่อนตัวด้วยสวิตช์แสง (Opto Sensor)

5.1.5 วัสดุที่ใช้สร้างแขนกลแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ระบบเกลียวเฟืองใช้ทองเหลืองและเหล็ก ส่วนก้านส่งและฝาโครงใช้อลูมิเนียมหนา 2 มิลลิเมตร เพื่อให้โครงสร้างมีน้ำหนักเบา ระบบกลออกแบบให้มีการส่งแรงผ่านเฟืองตัวหนอน ซึ่งจะช่วยให้การเคลื่อนตำแหน่งไม่ไหลเลื่อนขณะหยุด

5.2 ลักษณะพิกัดของแขนกล

5.2.1 พิกัดระยะการเคลื่อนไหว

ระบบแขนกลที่ออกแบบมานี้เป็นชนิด Revolute เป็นการเคลื่อนที่ข้อต่อแบบวงกลมรอบแกนจุดหมุน จากการทดสอบการทำงานพบว่าขอบเขตระยะการเคลื่อนไหวสามารถทำงานได้ดังนี้

5.2.1.1 วงล้อเลี้ยวได้ในมุม $\pm 30^{\circ}$ ในแนวพื้นระนาบ

5.2.1.2 การเคลื่อนที่ส่วนขับเคลื่อนล้อ เคลื่อนได้เดินหน้า-ถอยหลังได้ตามระยะความยาวของสายเคเบิล

5.2.1.3 ชิ้นส่วนกลบริเวณหัวไหล่ เคลื่อนไหวได้เป็นมุม $0\text{-}70^{\circ}$ ในแนวดิ่งทำมุมกับพื้นระนาบ

5.2.1.4 ชิ้นส่วนกลบริเวณข้อศอก เคลื่อนไหวได้เป็นมุม $0\text{-}70^{\circ}$ ในแนวดิ่งทำมุมกับพื้นระนาบ

5.2.1.5 ชิ้นส่วนกลบริเวณข้อมือยกขึ้น-ลง เคลื่อนไหวได้เป็นมุม $\pm 70^{\circ}$ ในแนวดิ่งทำมุมกับพื้นระนาบ

5.2.1.6 ชิ้นส่วนกลบริเวณข้อมือหมุนทวน-ตามเข็มนาฬิกา สามารถหมุนได้เป็นมุม $\pm 15^{\circ}$ ในระนาบดิ่งตั้งฉากกับพื้น

5.2.1.7 ชิ้นส่วนกลบริเวณมือจับ ปากจับสามารถเปิดได้กว้าง 8 ซม.

5.2.1.8 รัศมีครอบคลุมบริเวณทำงาน 0.5 เมตร

5.2.2 พิกัดความเร็วการเคลื่อนไหว

ความเร็วการเคลื่อนไหวทดสอบที่ความสามารถการรับน้ำหนักสูงสุดได้พิกัดความเคลื่อนไหวดังนี้

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบความสามารถการรับน้ำหนักสูงสุด

น้ำหนัก (กรัม)	ความเร็ว											
	องศา/วินาที										ซม./วินาที	
	หัวไหล่				ข้อศอก		ข้อมือ				มือจับ	
	ทวนเข็ม	ตามเข็ม	ขึ้น	ลง	ขึ้น	ลง	ทวนเข็ม	ตามเข็ม	ขึ้น	ลง	บีบเข้า	กางออก
200	5.5	6.0	18.0	20.0	24.0	25.0	56.0	57.0	2.1	2.1	-	-

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 มอเตอร์ต้นกำลังที่เลือกใช้ทั้งแบบมอเตอร์กระแสตรงและมอเตอร์สเต็ปปิงควรจะเป็นมอเตอร์ที่ใช้ศักดาไฟฟ้าเท่ากัน เพื่อสะดวกในการจัดแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า และควรเป็นชนิดเดียวกันเพื่อสะดวกในการออกแบบโปรแกรมควบคุม

5.3.2 มอเตอร์ต้นกำลังขับเคลื่อนบริเวณตั้งแต่หัวไหล่ไปยังปลายแขน ควรมีขนาดเล็กน้ำหนักเบาและอัตราการหมุนด้วยรอบต่ำ เพื่อที่จะออกแบบระบบทางกลได้สะดวก

5.3.3 การควบคุมระยะไกลด้วยสายเคเบิลกับแขนกลที่มีข้อต่อหลายข้อต่อเป็นวิธีการที่ไม่คล่องตัวในการใช้งาน เนื่องจากเคเบิลหลายเส้นย่อมมีน้ำหนักมากเมื่อใช้สายยาว จึงควรใช้ระบบควบคุมไร้สาย

5.3.4 ปากจับ (Gripper) ของมือกล ควรมีชิ้นส่วนตรวจแรงกด (Pressure Sensor) เพื่อจะส่งสัญญาณย้อนกลับไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ควบคุมแรงกดให้เหมาะสม

5.3.5 ควรเพิ่มโปรแกรมการทำงานแบบอัตโนมัติ และโปรแกรมให้สามารถรับการเรียนรู้ (Learning Mode) เพื่อง่ายต่อการใส่ค่าพิกัดตำแหน่งในการปฏิบัติงานเฉพาะกิจ สำหรับประโยชน์การใช้งานแขนกลที่ต้องการให้เคลื่อนแขนในตำแหน่งซ้ำรูปแบบเดิม