



บทที่ 5

ขั้นตอนการวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การออกแบบระบบ พัฒนาระบบการวางแผน การทดลองระบบ และวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1.1 การออกแบบระบบ

การออกแบบและกระบวนการทำงานของระบบที่ใช้ในการพัฒนาระบบจะกล่าวในลำดับต่อไป

5.1.2 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบ มีองค์ประกอบหลักดังนี้

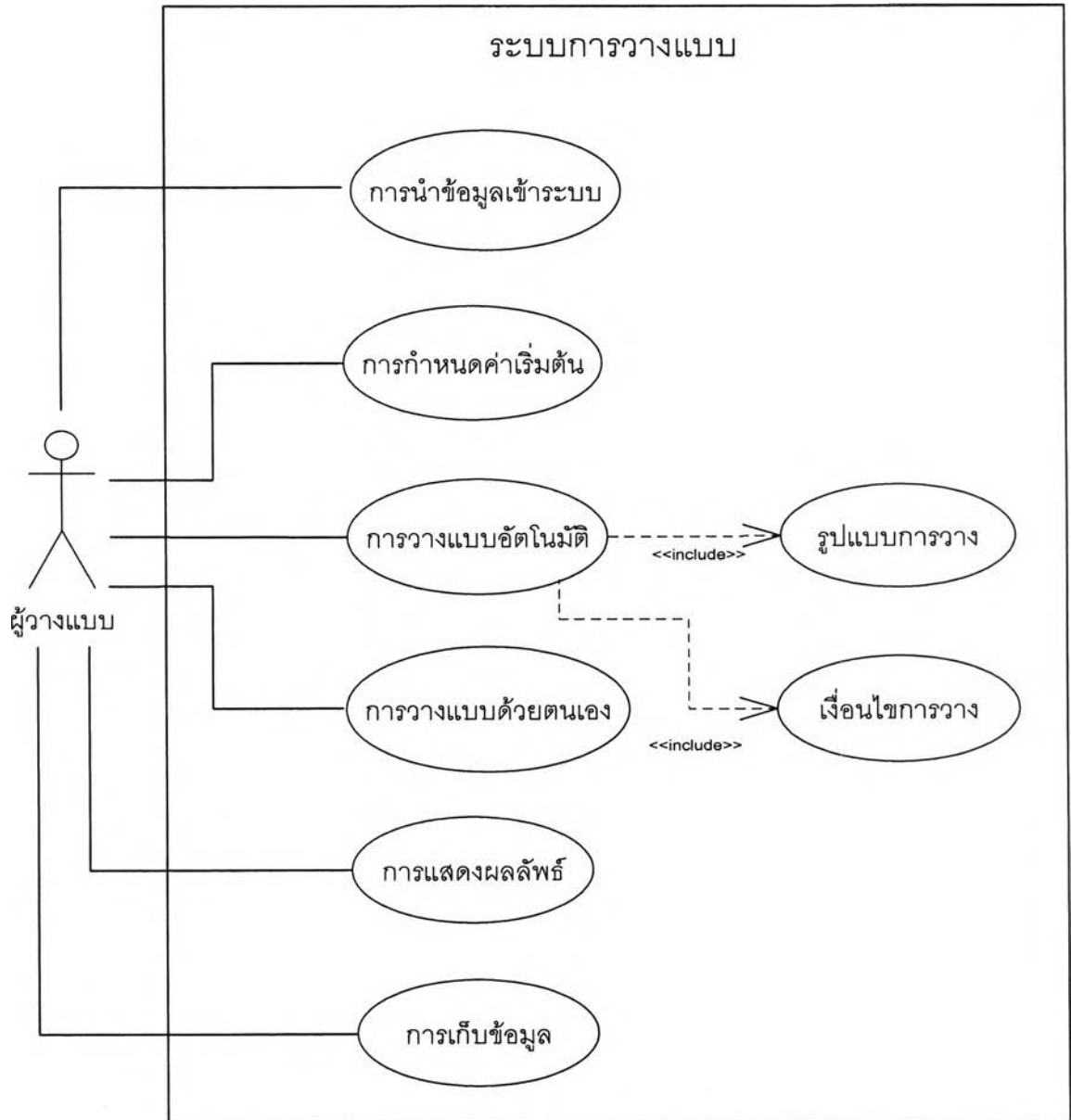
- ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ใช้ภาษาบอร์แลนด์เดลไฟ 7 (Borland Delphi 7) ในการพัฒนาระบบ
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เอ็กพี CPU Pentium Centrino 1.4 MHz L2 Cache 1 MB หน่วยความจำ 256 MB

5.1.3 การทดลองระบบ

เมื่อพัฒนาระบบเรียบร้อยแล้วจะทำการทดลองระบบ โดยการใส่ข้อมูลแบบให้กับระบบจำนวน 30 แบบแล้วทำการวางแผนอัตโนมัติ แล้วบันทึกค่าประสิทธิภาพของการวางแผนเปรียบเทียบกับผลการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำมาคำนวณทางสถิติเพื่อสนับสนุนวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ที่ และการวิเคราะห์ผลการทดลองซึ่งกล่าวในท้ายบท

5.2 การออกแบบระบบ

จากการศึกษาการทำงานของระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน พบว่าระบบจะประกอบด้วย ขั้นตอนการทำงานหลัก 8 ขั้นตอน สามารถจัดรูปแบบได้ดังแผนภูมิยูสเคส ที่แสดงในรูปที่ 5-1



รูปที่ 5-1 แผนภูมิยูสเคสของระบบ

ในแผนภูมิยูสเคสสามารถแยกฟังก์ชันการทำงานของระบบได้เป็น 8 ฟังก์ชัน โดยแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ก

5.3 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบแบ่งเป็น 8 ส่วนหลักซึ่งพัฒนาระบบด้วยภาษาบอร์แลนด์เดลไฟ 7 (Borland Delphi 7) เป็นในรูปแบบของวินโดวส์ซึ่งหน้าจอแสดงในรูปแบบที่ 5-2 และ วิธีการใช้งานจะอธิบายอยู่ในภาคผนวก ข

5.3.1 การนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ

การนำข้อมูลแบบเข้าสู่ระบบทำได้ 2 วิธีการคือการเปิดจากไฟล์งานเดิมที่ได้สร้างไว้แล้ว และการสร้างแบบใหม่บนขอบเขตการสร้างแบบ

5.3.2 การกำหนดค่าเริ่มต้น

การกำหนดค่าเริ่มต้นจะประกอบด้วยทางเลือกความกว้างของหน้าผ้า โดยสามารถเลือกได้จากรายการที่กำหนด การกำหนดความยาวของกระดาษตัด จำนวนชุดที่จะทำการวาง และค่าระยะห่างในการวางแบบ

5.3.3 การวางแบบอัตโนมัติ

การวางแบบอัตโนมัติจะมีรูปแบบการวางให้เลือกทั้งหมด 3 รูปแบบการวางแบบขนาดใหญ่ และจะแสดงผลลัพธ์สำหรับแต่ละรูปแบบในช่องแสดงรายการวางแบบ โดยรายการเรียงกันตามลำดับการเลือกแบบการวาง

5.3.4 การเลือกรูปแบบการวาง

จากที่ได้กล่าวในบทที่ 4 ว่าระบบจะมีแบบการวางให้เลือก 3 รูปแบบการวาง จึงทำให้ระบบมีปุ่มการวางให้เลือกทั้งหมด 3 ปุ่มซึ่งให้ผลรูปแบบการวางออกมาแตกต่างกัน

5.3.5 เงื่อนไขการวางแบบ

ในส่วนนี้จะเป็นการทำงานภายในของระบบที่ใช้หลักการการวางแบบให้มีความชิดกันมากที่สุดและไม่เกิดการเหลื่อมซ้อนทับกันของแบบ

5.3.6 การวางด้วยแบบตนเอง

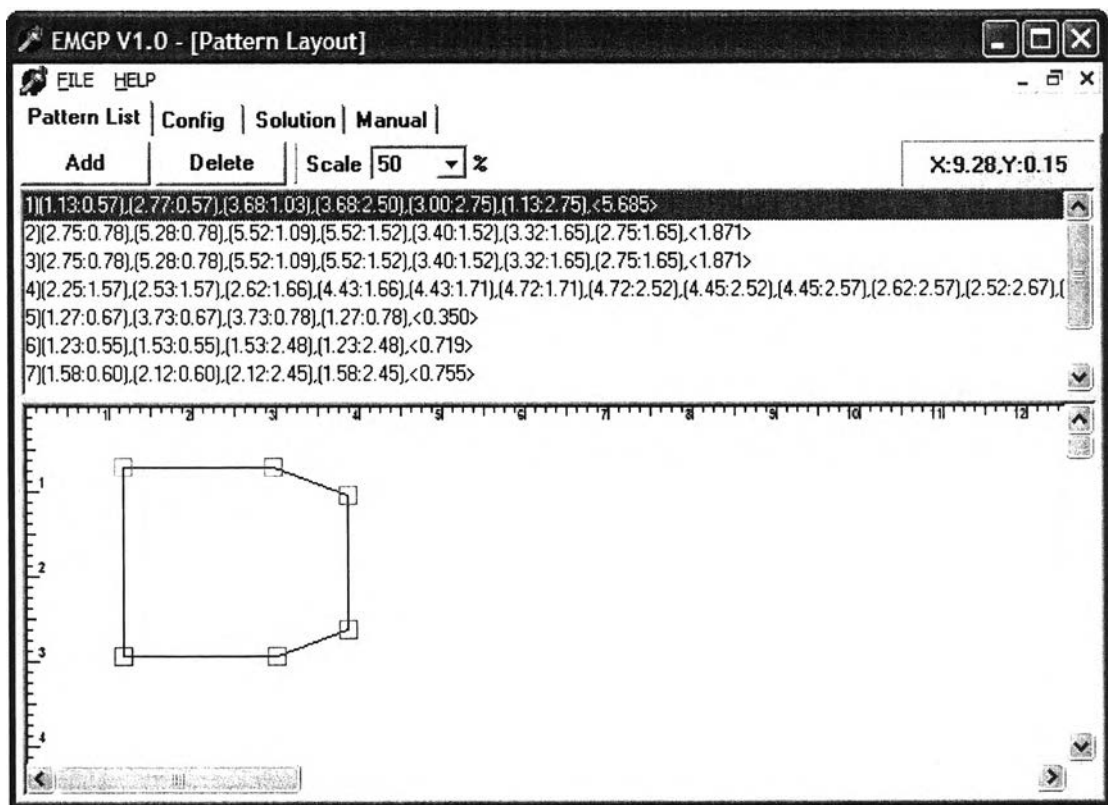
ส่วนการวางแบบด้วยตนเอง ผู้วางสามารถเลือกวางเองได้ตั้งแต่ต้นหรือจะให้ระบบอัตโนมัติทำการวางแบบขนาดใหญ่ให้ก่อนแล้วค่อยวางแบบขนาดเล็กเอง

5.3.7 การแสดงผลลัพธ์

การแสดงผลจะถูกแสดงทุกการทำงานทั้งการนำข้อมูลแบบเข้าสู่ระบบ การวางแบบอัตโนมัติ และการวางแบบด้วยตนเอง เมื่อระบบทำการวางเสร็จจะสามารถบันทึกเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อนำมาใช้งานได้ใหม่ และสามารถสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้

5.3.8 การเก็บข้อมูลการวางแบบ

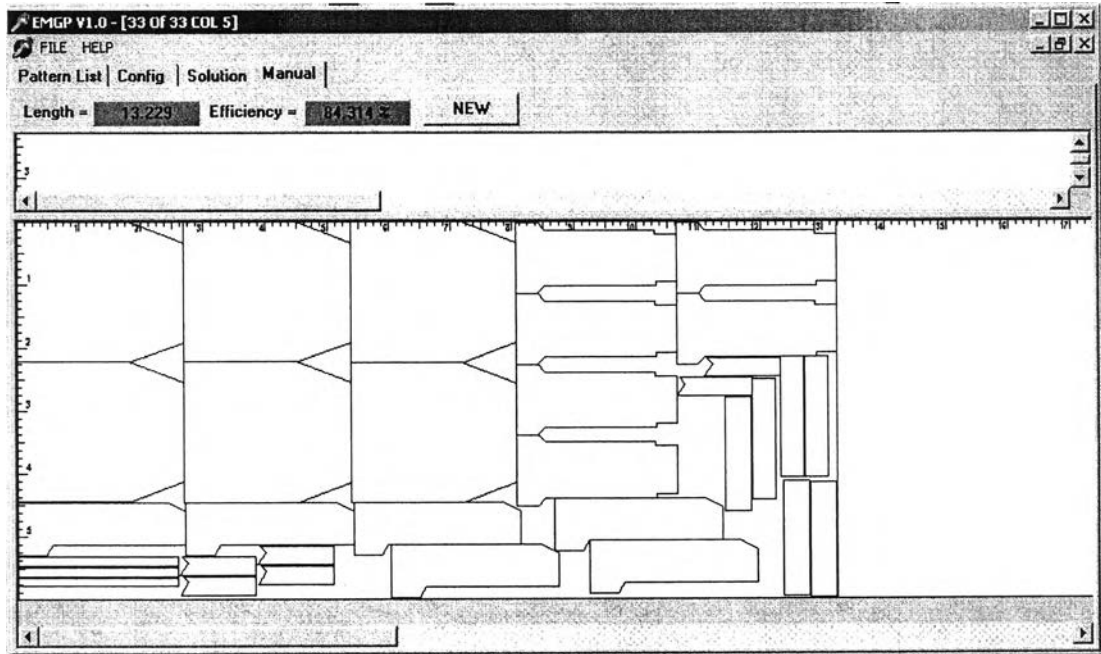
เป็นการบันทึกข้อมูลที่ประกอบด้วยชุดข้อมูลแบบที่ประกอบด้วยจุดของแบบแต่ละแบบ การวางแบบทั้ง 3 รูปแบบ การวางแบบด้วยตนเอง ที่ประกอบด้วยจุดอ้างอิงของแต่ละแบบ ลำดับการวางแบบ ค่ากระดาษตัด จำนวนชุดที่วางแบบ ระยะห่างการวางแบบ ลงในแฟ้มข้อมูล



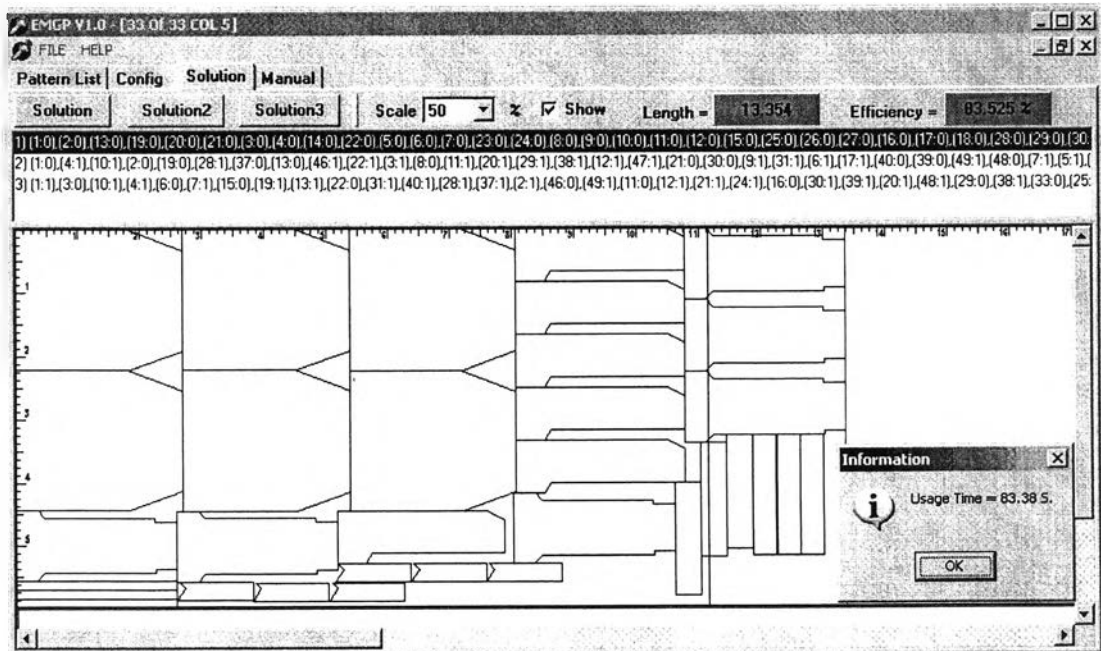
รูปที่ 5-2 หน้าจอการทำงานของระบบ

5.4 ผลการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญและของระบบ

จากการนำข้อมูลจำนวน 30 ชุดแบบมาทดลองวางในระบบของงานวิจัย และการวางของผู้เชี่ยวชาญหลายๆ คน ในรูปที่ 5-2 เป็นผลลัพธ์การวางแบบของผู้เชี่ยวชาญและรูปที่ 5-3 เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ และแสดงผลประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ของทั้ง 30 ข้อมูลแบบการทดลองในตารางที่ 5-1 และรายละเอียดและผลการการวางแบบชุดแบบทดลองในภาคผนวก ค



รูปที่ 5-3 การวางแบบของผู้เชี่ยวชาญมีประสิทธิภาพ 84.314 %



รูปที่ 5-4 การวางแบบของระบบมีประสิทธิภาพ 83.525 %

ตารางที่ 5-1 สรุปผลค่าการทดลอง

ลำดับ ชุด แบบ	ชนิดแบบ	จำนวน แบบ พื้นที่มาก พื้นที่น้อย	ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบ									
			ผู้เชี่ยวชาญ		แบบการวางที่ 1 ของระบบ		แบบการวางที่ 2 ของระบบ		แบบการวางที่ 3 ของระบบ		ค่าเฉลี่ยของระบบ	
			การใช้ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ ผ้า	เวลา/ แบบ
1	กระโปรง	18 15	84.314	7.00	83.525	2.53	82.612	1.60	78.027	0.65	81.388	1.59
2	เสื้อโค้ดแขนยาว	7 4	70.245	10.27	53.185	9.57	54.335	17.55	69.047	1.76	58.856	9.63
3	ชุดคลุมท้อง	6 3	64.216	10.89	54.763	280.55	60.429	235.80	60.1	8.13	58.431	174.83
4	กางเกง	8 4	65.788	13.08	62.932	37.31	57.524	1.69	62.183	3.82	60.880	14.27
5	เสื้อคอปก	2 2	64.538	11.75	56.767	14.18	56.767	11.94	54.601	1.81	56.045	9.31
6	ชุดนอน	4 4	72.458	13.25	71.358	97.60	72.332	66.73	71.644	9.73	71.778	58.02
7	เสื้อเชิ้ตแขนยาว	15 36	84.204	8.86	79.26	15.11	81.294	8.94	83.625	3.08	81.393	9.04
8	เสื้อกับกระโปรง	8 4	76.751	7.67	60.679	0.23	63.304	3.72	66.671	0.78	63.551	1.57
9	เสื้อ	10 10	77.907	6.75	76.958	8.19	74.089	9.54	77.939	0.98	76.329	6.24
10	เสื้อกั๊ก	20 4	68.997	16.54	63.073	37.31	64.745	31.63	63.95	2.14	63.923	23.69
11	เสื้อกับกระโปรง	2 2	63.774	11.75	63.512	182.75	61.439	302.88	64.247	21.22	63.066	168.95

ตารางที่ 5-1 สรุปผลค่าการทดลอง (ต่อ)

ลำดับ ชุด แบบ	ชนิดแบบ	จำนวน แบบ พื้นที่มาก พื้นที่น้อย	ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบ									
			ผู้เชี่ยวชาญ		แบบการวางที่ 1 ของระบบ		แบบการวางที่ 2 ของระบบ		แบบการวางที่ 3 ของระบบ		ค่าเฉลี่ยของระบบ	
			การใช้ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ ผ้า	เวลา/ แบบ
12	เสื่อกับกางเกง	10 6	70.099	6.06	70.099	5.56	65.356	3.75	70.099	1.32	68.518	3.55
13	กางเกงขาสั้น	20 4	68.778	11.96	66.7	4.79	68.588	4.90	64.339	0.23	66.542	3.31
14	เสื่อหนาว	5 5	62.425	8.50	62.566	3.76	62.696	3.24	55.045	1.07	60.102	2.69
15	ชุดหมี่	8 12	78.133	10.90	78.749	4.73	76.701	6.01	76.768	4.80	77.406	5.18
16	เสื่อกับกระโปรงสั้น	6 6	68.534	13.00	64.627	8.57	64.627	8.57	67.052	1.28	65.435	6.14
17	กระโปรงป้าย	4 4	74.51	13.00	73.605	4.39	67.765	0.17	74.286	1.26	71.885	1.94
18	ชุดนอน	3 4	70.538	11.14	64.207	37.60	62.437	33.28	71.38	7.27	66.008	26.05
19	กางเกงชั้นใน	4 4	70.203	16.50	65.141	20.18	65.122	33.36	65.369	7.35	65.211	20.29
20	กระโปรงผ่าหน้า	9 6	71.017	14.60	71.569	32.12	72.099	12.20	72.027	5.08	71.898	16.47
21	เสื่อเด็กอ่อน	4 9	71.776	12.54	71.281	68.18	71.76	63.32	70.669	8.09	71.237	46.53
22	เสื่อป้าย	3 4	64.359	15.00	59.677	223.98	58.767	250.05	64.161	21.42	60.868	165.15

ตารางที่ 5-1 สรุปผลค่าการทดลอง (ต่อ)

ลำดับ ชุด แบบ	ชนิดแบบ	จำนวน แบบ พื้นที่มาก พื้นที่น้อย	ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบ									
			ผู้เชี่ยวชาญ		แบบการวางที่ 1 ของระบบ		แบบการวางที่ 2 ของระบบ		แบบการวางที่ 3 ของระบบ		ค่าเฉลี่ยของระบบ	
			การใช้ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ ผ้า	เวลา/ แบบ	การใช้ ผ้า	เวลา/ แบบ
23	เสื้อคลุม	3 6	63.488	14.22	63.441	15.96	59.366	14.69	55.058	2.15	59.288	10.94
24	กางเกงชั้นในเด็กอ่อน	6 6	48.977	12.25	45.495	7.84	45.495	7.15	45.458	19.15	45.483	11.38
25	เสื้อสับใน	8 8	68.664	13.75	63.335	66.64	64.116	74.88	65.906	4.34	64.452	48.62
26	ถุงมือ	6 6	56.994	12.25	53.38	28.24	54.969	53.23	53.408	55.94	53.919	45.80
27	กระโปรงบาน	4 8	68.913	11.08	65.611	6.69	65.611	8.88	68.894	4.06	66.705	6.54
28	ถุงเท้า	6 3	63.916	13.22	60.611	3.72	62.306	6.28	62.847	2.55	61.921	4.18
29	กางเกงชั้นใน	5 5	70.274	9.10	68.322	7.31	68.322	7.30	70.274	1.92	68.973	5.51
30	คละแบบ	5 10	58.157	13.80	52.407	45.44	52.657	41.16	51.599	11.36	52.221	32.66
ค่าเฉลี่ย			68.765	11.69	64.895	42.70	64.588	44.15	65.889	7.16	65.124	31.34
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			7.459	2.728	8.690	68.453	8.242	77.592	8.682	10.941	8.240	49.429

5.5 การเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญและของระบบ

จากข้อมูลผลทดลองในตารางที่ 5-1 นำมาทดสอบทางสถิติ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 5 การทดสอบดังนี้

5.5.1 การเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญกับการวางแผนของระบบที่ให้ผลดีที่สุด ใน 3 รูปแบบ

นำค่าประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญและค่าประสิทธิภาพการวางแผนของระบบที่ให้ผลดีที่สุด ใน 3 รูปแบบมาเปรียบเทียบกันโดยใช้เทคนิคทางสถิติมาตรวจ สอบสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

- ค่าประสิทธิภาพการวางแผนที่ได้จากการวางแผนของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยมากกว่า 5 %

สมมติฐานในการวิจัย คือ

- H_0 : ค่าประสิทธิภาพการวางแผนที่ได้จากการวางแผนของระบบที่ให้ผลดีที่สุด ใน 3 รูปแบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยมากกว่า 5 %
- H_1 : ค่าประสิทธิภาพการวางแผนที่ได้จากการวางแผนของระบบที่ให้ผลดีที่สุด ใน 3 รูปแบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยน้อยกว่า 5 %

ในการทดสอบนี้ เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแผนของระบบที่ให้ผลดีที่สุด ใน 3 รูปแบบเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยมากกว่า 5 % เป็นชุดข้อมูลแบบเดียวกันจึงใช้สถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ โดยผลที่ได้ทางสถิติแสดงในตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 ผลการคำนวณด้วยสถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ของสมมติฐานการวิจัยสำหรับการวางแผนที่ดีที่สุด ใน 3 รูปแบบการวางแผนของระบบ

Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	t	Sig. (2-tailed)
2.0022	3.426758	0.625637	0.72263 (Lower) 3.28177 (Upper)	3.2	0.003

จากตารางที่ 5-2 ค่าความน่าจะเป็น Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปผลได้ว่าค่า

ประสิทธิภาพการวางแผนที่ได้จากการวางแผนของระบบที่ให้ผลดีที่สุด ใน 3 รูปแบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยน้อยกว่า 5 % ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.5.2 การเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญกับการวางแผนต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งของระบบ

นำค่าประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญและค่าประสิทธิภาพการวางแผนต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งในระบบมาเปรียบเทียบกันโดยใช้เทคนิคทางสถิติมาตรวจ สอบสมมติฐานการวิจัยดังนี้

- ค่าประสิทธิภาพการวางแผนที่ได้จากการวางแผนต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยมากกว่า 5 %

สมมติฐานในการวิจัย คือ

- H_0 : ค่าประสิทธิภาพการวางแผนที่ได้จากการวางแผนต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยมากกว่า 5 %
- H_1 : ค่าประสิทธิภาพการวางแผนที่ได้จากการวางแผนต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยน้อยกว่า 5 %

ในการทดสอบนี้ เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแผนต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งของระบบเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยมากกว่า 5 % เป็นชุดข้อมูลแบบเดียวกันจึงใช้สถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ โดยผลที่ได้ทางสถิติแสดงในตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 ผลการคำนวณด้วยสถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ของสมมติฐานการวิจัยสำหรับการวางแผนอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งของระบบ

Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	T	Sig. (2-tailed)
3.8704	4.320992	0.788902	2.25692 (Lower) 5.48388(Upper)	4.906	0.000

จากตารางที่ 5-3 ค่าความน่าจะเป็น Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปผลได้ว่าค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากการวางแบบต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งในระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยน้อยกว่า 5 % ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.5.3 การเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญกับการวางแบบต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนในระบบ

นำค่าประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญและค่าประสิทธิภาพการวางแบบต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนในระบบมาเปรียบเทียบกันโดยใช้เทคนิคทางสถิติมาตรวจ สอบสมมติฐานการวิจัยดังนี้

- ค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยมากกว่า 5 %
- สมมติฐานในการวิจัย คือ
- H_0 : ค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยมากกว่า 5 %
 - H_1 : ค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยน้อยกว่า 5 %

ในการทดสอบนี้ เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบที่ได้จากการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนของระบบเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยมากกว่า 5 % เป็นชุดข้อมูลแบบเดียวกันจึงใช้สถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ โดยผลที่ได้ทางสถิติแสดงในตารางที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 ผลการคำนวณด้วยสถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ของสมมติฐานการวิจัยสำหรับการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนของระบบ

Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	T	Sig. (2-tailed)
4.17723	3.777157	0.689611	2.76682 (Lower) 5.58765 (Upper)	6.057	0.000

จากตารางที่ 5-4 ค่าความน่าจะเป็น Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปผลได้ว่าค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยน้อยกว่า 5 % ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.5.4 การเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญกับการวางแบบสลับด้านล่างกับด้านบน

นำค่าประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญและค่าประสิทธิภาพการวางแบบสลับด้านล่างกับด้านบนในทิศทางแนวนอนของระบบมาเปรียบเทียบกันโดยใช้เทคนิคทางสถิติมาตรวจสอบสมมติฐานการวิจัยดังนี้

- ค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากการวางแบบสลับด้านล่างกับด้านบนของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยมากกว่า 5 %

สมมติฐานในการวิจัย คือ

- H_0 : ค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากการวางแบบสลับด้านล่างกับด้านบนของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยมากกว่า 5 %
- H_1 : ค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากการวางแบบสลับด้านล่างกับด้านบนของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยน้อยกว่า 5 %

ในการทดสอบนี้ เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบที่ได้จากการวางแบบสลับด้านล่างกับด้านบนของระบบเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยมากกว่า 5 % เป็นชุดข้อมูลแบบเดียวกันจึงใช้สถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ โดยผลที่ได้ทางสถิติแสดงในตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-5 ผลการคำนวณด้วยสถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ของสมมติฐานการวิจัยสำหรับการวางแบบสลับด้านล่างกับด้านบนของระบบ

Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	T	Sig. (2-tailed)
2.8758	3.229937	0.589703	1.66972 (Lower) 4.08188 (Upper)	4.877	0.000

จากตารางที่ 5-5 ค่าความน่าจะเป็น Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปผลได้ว่าค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากการวางแบบสลัبد้านล่างกับด้านบนของระบบ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยน้อยกว่า 5 % ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.5.5 การเปรียบเทียบผลประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญกับค่าเฉลี่ยของการวางแบบ 3 รูปแบบของระบบ

นำค่าประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญและค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการวางแบบทั้ง 3 รูปแบบของระบบมาเปรียบเทียบกันโดยใช้เทคนิคทางสถิติมาตรวจ สอบสมมติฐานการวิจัยดังนี้

- ค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากค่าเฉลี่ยของการวางแบบ 3 รูปแบบของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยมากกว่า 5 %

สมมติฐานในการวิจัย คือ

- H_0 : ค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากค่าเฉลี่ยของการวางแบบ 3 รูปแบบของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยมากกว่า 5 %
- H_1 : ค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากค่าเฉลี่ยของการวางแบบ 3 รูปแบบของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยน้อยกว่า 5 %

ในการทดสอบนี้ เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบที่ได้จากค่าเฉลี่ยของการวางแบบ 3 รูปแบบของระบบเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้อยมากกว่า 5 % เป็นชุดข้อมูลแบบเดียวกันจึงใช้สถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ โดยผลที่ได้ทางสถิติแสดงในตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5-6 ผลการคำนวณด้วยสถิติทดสอบ t-test แบบจับคู่ของสมมติฐานการวิจัยสำหรับค่าเฉลี่ยของการวางแบบ 3 รูปแบบของระบบ

Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	T	Sig. (2-tailed)
3.64117	3.068171	0.560169	2.49549 (Lower) 4.78684 (Upper)	6.5	0.000

จากตารางที่ 5-6 ค่าความน่าจะเป็น Sig. (2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปผลได้ว่าค่าประสิทธิภาพการวางแบบที่ได้จากค่าเฉลี่ยของการวางแบบ 3 รูปแบบของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญแล้วด้วยน้อยกว่า 5 % ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง

การนำผลทดลองมาวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยมีดังนี้

5.6.1 การทดสอบทางสถิติ

จากการใช้เทคนิคทางสถิติมาตรวจสอบซึ่งกล่าวมาข้างต้นให้ผลเหมือนกันคือ การวางแบบของระบบในงานวิจัยไม่ว่าจะเป็นการวางแบบในรูปแบบใดให้ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่กระดาษตัดหรือพื้นที่ผ้าในการตัดเย็บไม่ต่ำกว่าประสิทธิภาพการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญเกิน 5% ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.6.2 ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่

ผลต่างประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแบบกับค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการวางแบบแต่ละรูปแบบการวางแบบเปรียบเทียบกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวางแบบแต่ละแบบการวางแบบ จากตารางที่ 5-1 สามารถสรุปผลและวิเคราะห์ในแต่ละชุดข้อมูลแบบทดลองได้ดังต่อไปนี้

- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ของผู้เชี่ยวชาญ ของการวางแบบทั้ง 3 รูปแบบของระบบและของค่าเฉลี่ยของการวางแบบทั้ง 3 รูปแบบให้ค่าใกล้เคียงกันคือ 7.459, 8.690, 8.234 และ 8.682 ตามลำดับ และมีค่าเป็น 10.85, 13.39, 13.18 และ 12.63% ของค่าเฉลี่ย แสดงว่าค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ของการวางแบบของทุกการวางแบบมีค่าค่อนข้างเกาะกลุ่ม
- เมื่อผลต่างประสิทธิภาพการใช้พื้นที่กับค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการใช้พื้นที่การวางแบบของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือมากเกินค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือน้อยเกินค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้ว ผลต่างประสิทธิภาพกับค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการวางแบบทั้ง 3 รูปแบบของระบบก็จะให้ผลไปในทิศทางเดียวกับของผู้เชี่ยวชาญ

- เมื่อตรวจสอบกับผลประสิทธิภาพการใช้พื้นที่กับงานวิจัยที่กล่าวในบทที่ 2 พบว่ามีค่าเฉลี่ยในการเปรียบเทียบกับการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญใกล้เคียงกัน คืออาจให้ผลดีกว่าแต่ก็อยู่ในหลักทศนิยม แต่ถ้าให้ผลด้อยกว่าก็ไม่มากเกินไป 5% ซึ่งเท่ากับของงานวิจัยนี้ แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างชัดเจนเนื่องจาก ชุดข้อมูลแบบทดลองแตกต่างกัน และผู้เชี่ยวชาญที่วางแบบก็มีความสามารถ และประสบการณ์วางแบบที่แตกต่างกัน
- ในชุดข้อมูลแบบทดลองที่ 1 กระโปรง, 7 เสื้อเชิ้ตแขนยาว, 9 เสื้อ และ 15 ชุดหมี่ ได้ค่าผลต่างมากเกินค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเหมือนกัน เนื่องจากแบบที่มีพื้นที่มากประกอบด้วยชิ้นส่วนที่มีลักษณะสมมาตรและมีรูปแบบเกือบเป็นรูปสี่เหลี่ยมคือเมื่อสร้างกรอบให้กับแบบแล้วให้ค่าลื่นเปลื้องน้อย ความโค้งเว้าของแบบค่อนข้างน้อย ด้านกว้างของแบบทุกแบบยาวไม่เกินครึ่งหนึ่งของความกว้างกระดาด และในชุดข้อมูลแบบทดลองทั้ง 4 มีแบบพื้นที่น้อยประกอบอยู่มาก ทำให้สามารถแทรกในพื้นที่ว่างได้มากจึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่มีค่ามากขึ้น
- ในชุดข้อมูลแบบทดลองที่ 24 กางเกงชั้นในเด็กอ่อน, 26 ถุงมือ และ 30 คละแบบ ได้ค่าผลต่างน้อยกว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเหมือนกัน เนื่องจากในแบบทดลองที่ 24 และ 26 มีแบบที่มีพื้นที่มากที่มีความกว้างประมาณครึ่งหนึ่งของความกว้างกระดาดและมีความโค้งเว้ามาก ผลต่างค่าพื้นที่ของแบบที่มีพื้นที่มากกว่าแบบที่มีพื้นที่น้อยต่างกันมากและแบบตัดเย็บมีส่วนประกอบน้อย คือเป็นแบบที่มีพื้นที่มาก 1 แบบและแบบที่มีพื้นที่น้อย 1 แบบจึงไม่มีแบบที่มีพื้นที่น้อยที่ใช้แทรกในพื้นที่ว่างซึ่งทำให้เกิดพื้นที่ลื่นเปลื้องมาก ส่วนในแบบทดลองที่ 30 ประกอบด้วยแบบที่ความกว้างและความยาวพอๆ กันทั้งหมดซึ่งยากในการที่จะแทรกแบบได้ และไม่มีแบบที่มีพื้นที่น้อยกว่ามากๆ ที่จะวางแทรกในพื้นที่ว่างได้จึงทำให้เกิดพื้นที่ลื่นเปลื้องมาก
- ในชุดข้อมูลแบบทดลองที่ 2 เสื้อโค้ดแขนยาว ในการวางแบบอย่างต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนให้ผลต่างน้อยเกินค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเนื่องจาก เรียงลำดับผลงานของแบบที่มีพื้นที่มากโดยใช้ความยาวด้านกว้างของแบบจากมากไปหาน้อย จึงทำให้แบบชิ้นแขนซึ่งมีด้านกว้างมากถูกวางก่อนที่จะเป็นแบบชิ้นหน้าและสาปกระดุมซึ่งมีด้านยาวมากแล้วทำให้ต้องวางด้านขวาของแบบที่

วางแล้วบางส่วนจึงทำให้ความยาวของกระดาษตัดที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการวางแผนน้อยลงไปด้วย

- ในแบบทดลองที่ 5 เลื้อคอปาด, 14 เลื้อหนาว และ 23 เลื้อคลุม ในการวางแผน สลับด้านล่างกับด้านบนให้ผลต่างน้อยเกินค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าแบบที่มีพื้นที่มากและแบบที่มีพื้นที่น้อยมีความต่างของพื้นที่ไม่มาก และจากการสังเกตผลการวางแผนว่าการวางแผนที่มีพื้นที่มากที่สุดท้ายในกรณีเป็นการเริ่มคอลัมน์ใหม่จะเลือกการวางแผนที่วางแล้วทำให้ความยาวกระดาษตัดสั้นที่สุดซึ่งไม่ได้คำนึงว่ายังมีแบบที่มีพื้นที่น้อยเหลืออยู่จึงทำให้การวางแผน
- ในการวางแผนชุดข้อมูลแบบทดลองที่ 5 เลื้อคอปาด และ 8 เลื้อกับกระโปรง ของการวางแผนทั้ง 3 รูปแบบของระบบมีค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ด้อยกว่าของผู้เชี่ยวชาญประมาณ 9-13% เนื่องจากการวางแผนที่มีพื้นที่มากที่สุดท้ายในกรณีเป็นการเริ่มคอลัมน์ใหม่จะเลือกการวางแผนที่วางแล้วทำให้ความยาวกระดาษตัดสั้นที่สุดซึ่งไม่ได้คำนึงว่ายังมีแบบที่มีพื้นที่น้อยเหลืออยู่จึงทำให้การวางแผน และการวางแผนสลับด้านล่างกับด้านบนควรให้ค่าประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในชุดข้อมูลแบบทดลองที่ 8 เทียบเท่ากับของผู้เชี่ยวชาญ แต่กลับด้อยกว่าเกือบ 10% นั้น เนื่องจากเป็นการทดลองวางแผนในคอลัมน์และแถวการวางแผนแล้วพยายามเลื่อนซ้ายและลงล่างมากที่สุด โดยที่จริงแล้วการเกิดพื้นที่ว่างของการวางแผนจะเป็นพื้นที่ต่อเนื่องตรงกลางตลอดซึ่งควรทดลองเลื่อนขวาด้วยในการวางแผนหรือควรเลื่อนในตำแหน่งพื้นที่ว่างทั้งหมดเหมือนเป็นการแทรกแบบมากกว่าการที่เลื่อนซ้ายแล้วตรวจสอบการซ้อนทับกับแบบที่วางแล้วบางส่วน
- ในการวางแผนชุดข้อมูลแบบทดลองที่ 9 เลื้อ, 11 เลื้อกับกระโปรง, 15 ชุดหมี, 18 ชุดนอนและ 20 กระโปรงผ่าหน้า ของการวางแผนของระบบในรูปแบบที่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดนั้นสูงกว่าของผู้เชี่ยวชาญในระดับทัศนียมนั้นซึ่งเป็นค่าที่ไม่สูงกว่ากันอย่างชัดเจนอาจเป็นเพราะการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญไม่ชัดเจนเท่ากับของระบบซึ่งเป็นการคำนวณที่น่าจะให้ค่าที่แม่นยำกว่า และพบว่าในชุดข้อมูลแบบทดลองที่ 11, 18 และ 20 แบบมีลักษณะแปลกและด้านกว้างของแบบที่มีพื้นที่มากทำให้การวางแผนค่อนข้างแน่นอนไม่สามารถพลิกแพลงได้มาก ทำให้ผลการวางแผนออกมาใกล้เคียงกัน

5.6.3 การใช้เวลาในการวางแบบต่อชิ้นแบบ

ผลต่างการใช้เวลาในการวางแบบต่อชิ้นแบบกับค่าเฉลี่ยการใช้เวลาของแต่ละแบบการวางแบบเปรียบเทียบกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวางแบบแต่ละรูปแบบการวางแบบจากตารางที่ 5-1 สามารถสรุปผลและวิเคราะห์ในแต่ชุดข้อมูลแบบทดลองได้ดังต่อไปนี้

- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการใช้เวลาในการวางแบบต่อชิ้นของผู้เชี่ยวชาญมีค่า 2.728 ซึ่งมีค่าเป็น 23.34% ของค่าเฉลี่ย แต่ของการวางแบบทั้ง 3 รูปแบบของระบบและของค่าเฉลี่ยของการวางแบบทั้ง 3 รูปแบบคือ 68.453, 77.592, 10.941 และ 49.429 ตามลำดับ และเป็น 160.31, 175.75, 152.81 และ 157.72% ของค่าเฉลี่ยซึ่งบ่งบอกว่าข้อมูลการใช้เวลากระจายค่อนข้างมากหรือมีการใช้เวลาในการวางนานมากกับการวางแบบของบางชุดข้อมูลแบบทดลอง
- เมื่อเปรียบเทียบเวลาในการวางแบบของระบบในงานวิจัยกับการวางแบบของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 พบว่าเวลาที่ใช้ในการวางแบบของงานวิจัยนี้ค่อนข้างแน่นอนและเร็วกว่างานวิจัยที่ใช้หลักการทางเอไอ (AI) ในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นการหาชุดคำตอบหลายๆ ชุดคำตอบแล้วเลือกเอาคำตอบที่ดีที่สุดซึ่งยิ่งหาคำตอบมากเท่าไรก็อาจได้การวางที่มีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น ด้วยจึงทำให้ใช้เวลานานในการวางแบบ ส่วนในงานวิจัยโทโพสมีวิธีการให้เลือกใช้มากมาย เมื่อเปรียบเทียบการใช้เวลาในการวางทุกทางเลือกของโทโพสเพื่อให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพการวางแบบที่ดีที่สุดแล้วการใช้เวลาของการวางแบบทั้ง 3 รูปแบบรวมกันของระบบในงานวิจัยนี้ยังน้อยกว่ามาก
- ในการวางแบบสลับด้านล่างกับด้านบนนั้นใช้เวลาในการวางแบบเฉลี่ยต่อชิ้นแบบน้อยกว่าการวางแบบของผู้เชี่ยวชาญ แต่จะมีอยู่ 4 ชุดข้อมูลแบบทดลองคือในชุดแบบทดลองที่ 11 เสือกับกระโปรง, 22 เสือป่า, 24 กางเกงชั้นในเด็กอ่อน และ 26 ถุงมือ เนื่องจากการวางชิ้นสุดท้ายเป็นการหาตำแหน่งที่วางแล้วทำให้ความยาวกระดาษตัดสั้นที่สุด ซึ่งในแบบที่ 24 และ 26 เป็นแบบที่มีขนาดใหญ่เมื่อการหาตำแหน่งจึงต้องใช้เวลาาน ส่วนในแบบที่ 11 และ 22 ไม่มีการแทรกแบบที่มีพื้นที่น้อยในระหว่างการวางแบบที่มีพื้นที่มากทำให้ใช้เวลาในการหาตำแหน่งเพื่อวางแบบค่อนข้างนาน

- ในการวางแผนต่อเนื่องในทิศทางแนวตั้งและการวางแผนต่อเนื่องในทิศทางแนวนอนนั้นใช้เวลาในการวางแผน มีค่าเฉลี่ยการใช้เวลาใกล้เคียงกันซึ่งสูงกว่าการวางแผนของผู้เชี่ยวชาญและการวางแผนสลัبد้านล่างกับด้านบนอยู่ประมาณ 4 เท่า ในการวางแผนในชุดข้อมูลทดลองที่ 3 ชุดคลุมท้อง, 11 เสื้อกับกระโปรง, 21 เสื้อเด็กอ่อน, 22 เสื้อป้าย, 25 เสื้อสับใน และ 30 คละแบบพบว่าที่ใช้เวลานานนั้นเกิดจาก 2 กรณีคือ การวางชิ้นสุดท้ายเป็นการหาตำแหน่งที่วางแล้วทำให้ความยาวกระดาษตัดสั้นที่สุด และเหลือแบบที่มีพื้นที่น้อยจากการเติมแบบในช่วงการวางแผนที่มีพื้นที่มากมาพิจารณาในการแทรกแบบจำนวนมากจึงทำให้เวลานานในการวางแผน
- เวลาที่ใช้ในการวางแผนในระบบต่างๆ อาจจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ระบบทำงานอยู่มีโพรเซสเซอร์ที่มีความเร็วมากหรือน้อย คือเครื่องที่มีโพรเซสเซอร์ความเร็วมากจะใช้เวลาในการวางแผนน้อยกว่าเครื่องที่มีโพรเซสเซอร์ความเร็วน้อย และกำลังทำงานอื่นอยู่ด้วยหรือไม่ คือถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์มีโพรเซสเซอร์ที่เร็วและไม่ได้ทำงานอื่นอยู่นอกจากการวางแผนแล้วจะใช้เวลาในการวางแผนน้อยกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เร็วและทำงานอื่นอยู่นอกจากการวางแผน