

บทที่ 4

ผลการทดลอง

บทนี้กล่าวถึง รายละเอียดผลการทดลองการทำงานของควิกซอร์ตรูปแบบต่างๆ ตามที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 3 โดยนำเสนอทั้งตารางการบันทึกเวลาและกราฟเส้นแสดงเวลาการทำงาน และจำนวนครั้งการเรียกซ้ำ

4.1 ผลการทดลอง

การทดลองเป็นการนำควิกซอร์ต (Quicksort) ควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบรวมในขั้นตอนการแบ่งข้อมูล (SDQuicksort) ควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบเรียกใช้ก่อนขั้นตอนการแบ่งข้อมูล (SDQuicksort(BP)) ควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบเรียกใช้หลังขั้นตอนการแบ่งข้อมูล (SDQuicksort(AP)) และควิกซอร์ตที่ใช้การเปรียบเทียบ (Qsort) (เฉพาะควิกซอร์ตของ Roger L. Wainwright [13]) ทำการจัดเรียงข้อมูลที่สร้างเพื่อทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างควิกซอร์ตปกติกับควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่อง และควิกซอร์ตที่ใช้การเปรียบเทียบ (Qsort) เฉพาะควิกซอร์ตจาก [13] โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองแบ่งเป็นประเภทหลักได้ 2 ประเภท คือ ข้อมูลแบบสุ่มและข้อมูลแบบเรียงลำดับ ข้อมูลแบบกำหนดสัดส่วนสมบัติของข้อมูล

ข้อมูลแบบสุ่มประกอบด้วย ข้อมูลแบบสุ่ม (กำหนดช่วงสุ่ม 0-100000) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีอัตราการซ้ำข้อมูลต่ำ ข้อมูลแบบสุ่มจำกัดช่วงค่าข้อมูล โดยช่วงข้อมูลที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ช่วงข้อมูลคะแนนเกรด 0-4 เป็นตัวแทนกลุ่มที่มีการซ้ำข้อมูลสูง ช่วงข้อมูลอายุ 0-9 เป็นตัวแทนกลุ่มที่มีการซ้ำข้อมูล และช่วงขนาดชุดข้อมูล 0-n เป็นตัวแทนข้อมูลที่มีโอกาสมีข้อมูลซ้ำอยู่บ้าง และข้อมูลเรียงลำดับ

ข้อมูลแบบกำหนดสัดส่วน ประกอบด้วย ข้อมูลที่กำหนดสัดส่วนการเรียง, ข้อมูลที่กำหนดสัดส่วนการเรียงแบบย้อนกลับ และข้อมูลที่กำหนดสัดส่วนการซ้ำ

รายละเอียดของผลการทดลองการทำงานของการจัดเรียงแบบควิกซอร์ตแบบต่างๆ กับข้อมูล โดยแบ่งแยกตามประเภทข้อมูลหลัก ดังนี้

4.1.1 ผลการทดลองกับข้อมูลสุ่มและข้อมูลเรียงลำดับ

4.1.1.1 ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14]

ผลบันทึกการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลแบบสุ่มและข้อมูลแบบเรียงลำดับ แสดงผลการทำงานโดยเรียงตามลำดับดังนี้ ข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด ข้อมูลจำกัดช่วงอายุ ข้อมูลจำกัดช่วงขนาดชุดข้อมูล ข้อมูลสุ่ม และข้อมูลเรียงลำดับ

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.1

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด

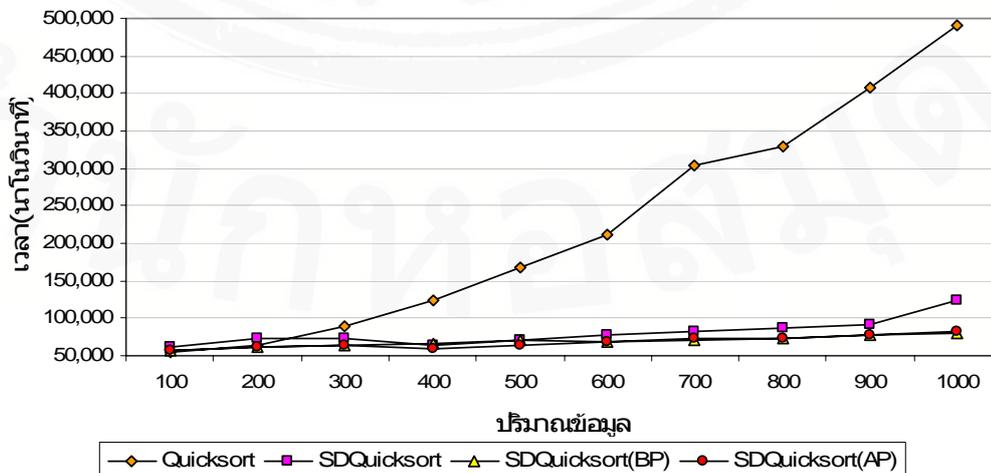
Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	54163	62845	88553	124010	166831	210546	304586	329069	408074	491799	
SDQuicksort	62320	73243	72048	63181	70176	78579	81390	86692	91274	122948	
SDQuicksort(BP)	56811	61711	64097	66561	71288	67449	70724	73635	76562	80881	
SDQuicksort(AP)	56107	61113	63773	59677	64242	68327	72897	73987	78339	81742	

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.1

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด

เวลาทำงานกับข้อมูลแบบจำกัดช่วงคะแนนเกรด



ตารางที่ 4.1 และ ภาพที่ 4.1 แสดงเวลาทำงานของควิกซอร์ต กับข้อมูลจำกัดช่วง ข้อมูลคะแนนเกรด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องทำงานได้ดีกว่าเมื่อข้อมูล มีขนาด 300 ขึ้นไปและทำงานได้ดีกว่ามากเมื่อขนาดข้อมูลใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 4.2

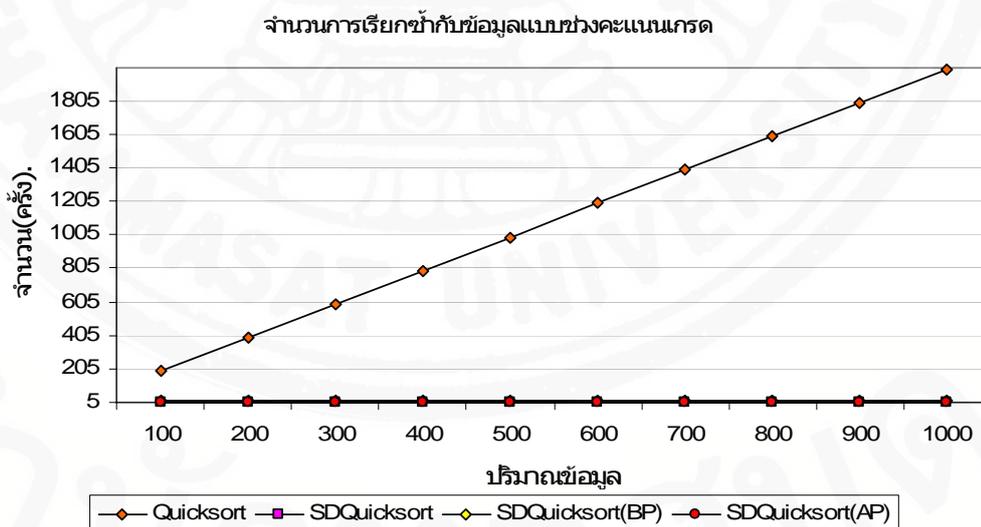
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด

Algorithms	ขนาดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	191	391	591	791	991	1191	1391	1591	1791	1991	
SDQuicksort	10	10	10	9	10	10	10	9	9	10	
SDQuicksort(BP)	13	14	13	13	14	14	14	12	13	13	
SDQuicksort(AP)	10	10	10	9	10	10	10	9	9	10	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.2

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด



ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 แสดงจำนวนครั้งการเรียกซ้ำของการทำงาน แสดงให้เห็นว่าจำนวนครั้งการเรียกซ้ำของกลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องดีกว่ามาก คือ จำนวนครั้งการเรียกซ้ำเกือบเท่าเดิมตลอดแต่ของควิกซอร์ตปกติใช้จำนวนครั้งการเรียกซ้ำสูงมากเมื่อข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้น

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.3

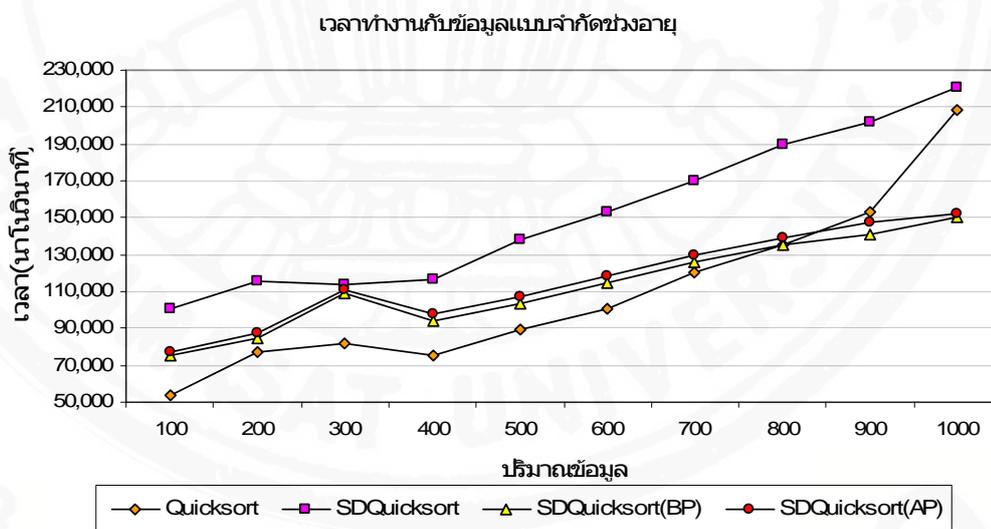
เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Quicksort	53325	77451	81848	74869	89240	100498	119937	135050	153315	208171
SDQuicksort	100420	115439	113511	116769	138084	153432	170010	189733	202216	221039
SDQuicksort(BP)	74970	85022	108600	94000	103253	114254	125552	134849	140593	150678
SDQuicksort(AP)	76903	87776	111109	98012	106879	118149	129569	139369	147108	151829

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.3

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ



ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.3 แสดงเวลาทำงานควิกซอร์ตกับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องทำงานได้ไม่ดีในช่วงที่ข้อมูลมีขนาดเล็กถึงปานกลาง แต่เริ่มทำงานได้ดีขึ้นเมื่อขนาดข้อมูลใหญ่ขึ้น เวลาการทำงานของควิกซอร์ตเริ่มขึ้นขึ้นในช่วงข้อมูลขนาดใหญ่ (900-1000)

ตารางที่ 4.4

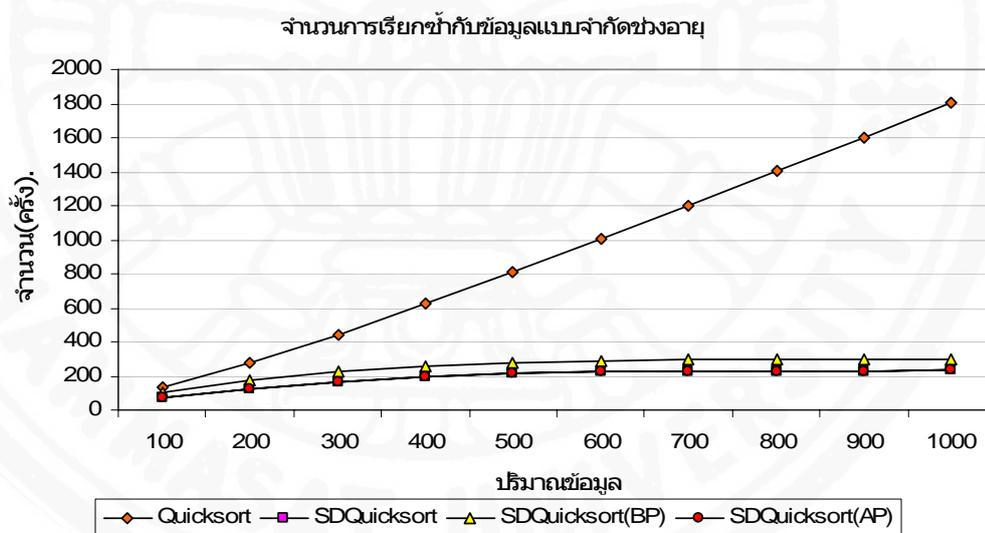
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	135	282	445	623	812	1005	1203	1402	1601	1801	
SDQuicksort	71	126	169	197	213	227	226	230	228	231	
SDQuicksort(BP)	99	171	224	258	277	292	293	297	295	297	
SDQuicksort(AP)	71	126	169	197	213	227	226	230	228	231	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.4

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ



ตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำของการทำงาน แสดงให้เห็นว่าจำนวนครั้งการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องทำงานได้ดีแต่จะสูงกว่าข้อมูลคะแนนเกรด แต่ขณะที่ควิกซอร์ตปกติใช้จำนวนครั้งการเรียกซ้ำสูงและสูงมากเมื่อข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้น

ดังนี้

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล มีผลการทำงาน

ตารางที่ 4.5

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล

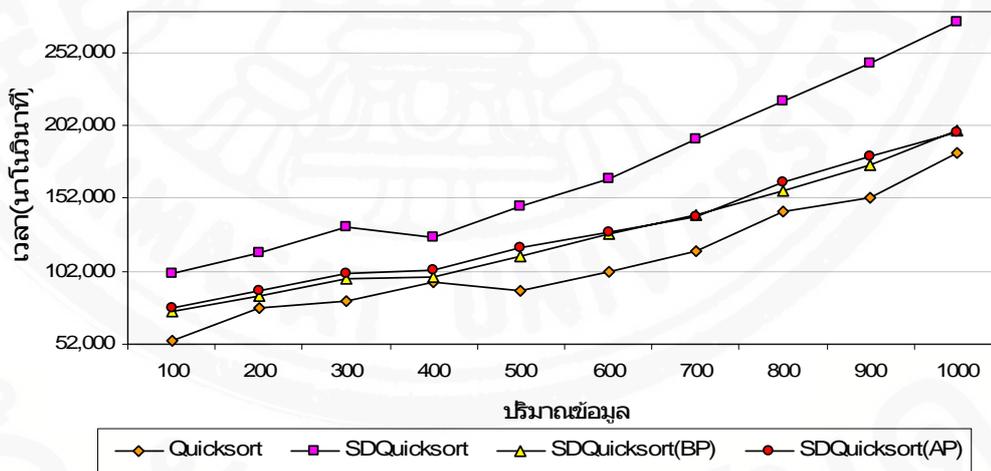
Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	54604	77082	81166	94777	89111	101699	116065	143314	152628	183498	
SDQuicksort	100549	114774	132212	125451	146325	164998	192018	218184	245047	273459	
SDQuicksort(BP)	74394	85463	97090	97571	112584	127502	140693	157304	174564	198332	
SDQuicksort(AP)	76758	88352	100783	102336	117970	129122	139626	162769	180838	197673	

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.5

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล

เวลาทำงานกับข้อมูลแบบจำกัดช่วงขนาดข้อมูล



ตารางที่ 4.5 และ ภาพที่ 4.5 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตปกติทำงานได้ดีกว่ากลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องซึ่งเวลาการทำงานของแบบเรียกใช้ฟังก์ชันจะใกล้เคียงกับควิกซอร์ตปกติ แต่แบบรวมในขั้นตอนการแบ่งข้อมูลจะใช้เวลามากกว่าแบบอื่นๆ

ตารางที่ 4.6

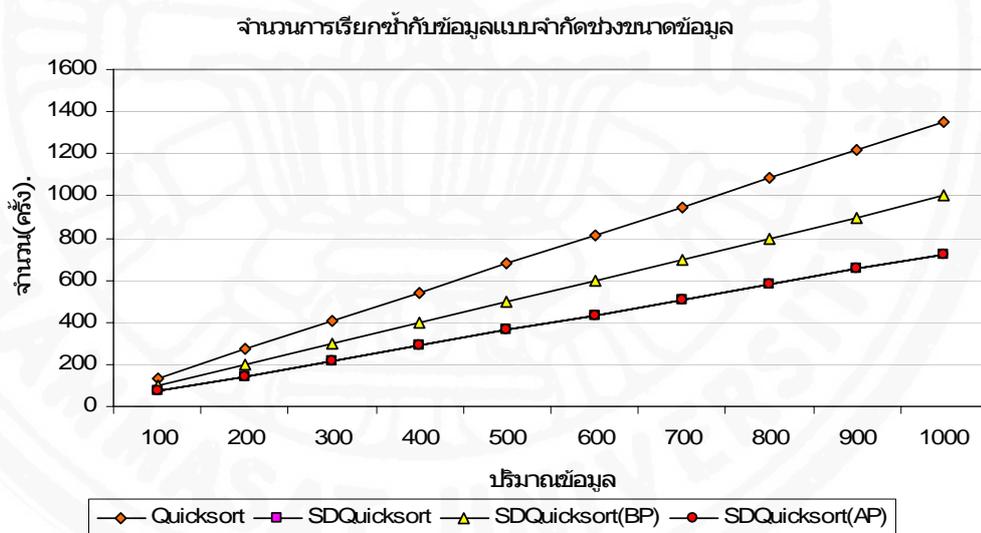
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Recursion Quicksort	135	272	406	543	678	811	946	1082	1221	1351	
SDQuicksort	71	144	216	292	362	431	508	577	653	724	
SDQuicksort(BP)	99	199	300	402	498	596	698	797	899	1001	
SDQuicksort(AP)	71	144	216	292	362	431	508	577	653	724	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.6

จำนวนครั้งการเรียกซ้ำของการจัดเรียงแบบควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลสุ่มจำกัดช่วงขนาดข้อมูล



ตารางที่ 4.6 และ ภาพที่ 4.6 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจำนวนครั้งการเรียกซ้ำของกลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องน้อยกว่าควิกซอร์ตปกติ แต่ใช้จำนวนการเรียกซ้ำใกล้เคียงกันมาก แตกต่างจากข้อมูลคะแนนเกรดและข้อมูลอายุซึ่งกลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องใช้จำนวนการเรียกซ้ำต่ำมาก

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลสุ่ม มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.7

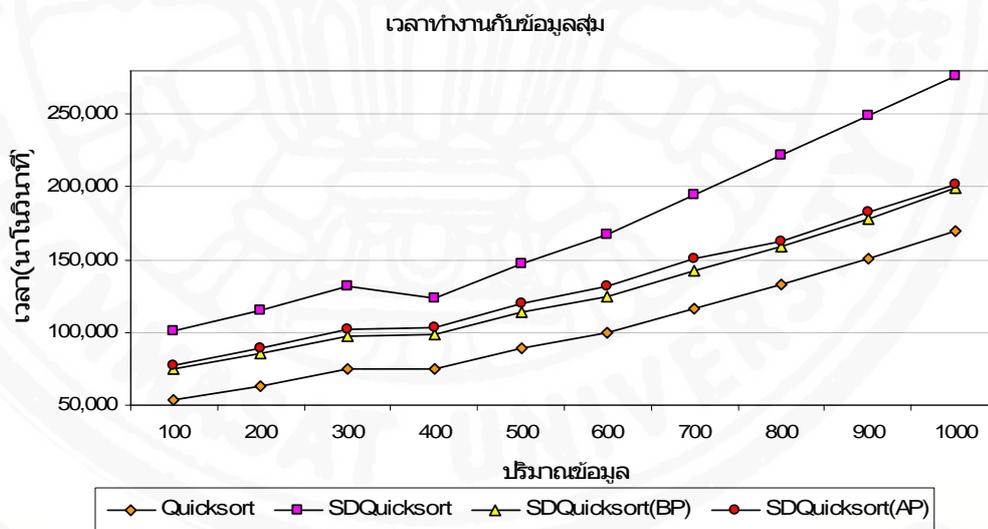
เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลสุ่ม

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	53895	63354	74685	74981	89044	99968	116316	133206	150722	169161	
SDQuicksort	101130	115115	132312	124015	147711	167652	194287	221318	249668	276521	
SDQuicksort(BP)	74774	85345	97291	98627	113712	124568	142023	159450	177894	199220	
SDQuicksort(AP)	77579	89078	102040	103717	119763	132067	150605	162316	182436	202165	

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.7

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลสุ่ม



ตารางที่ 4.7 และ ภาพที่ 4.7 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลสุ่ม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตปกติทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องอย่างชัดเจนกว่าข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล แต่เวลาการทำงานของควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบเรียกใช้ฟังก์ชันใช้เวลาทำงานต่างจากควิกซอร์ตปกติไม่มาก

ตารางที่ 4.8

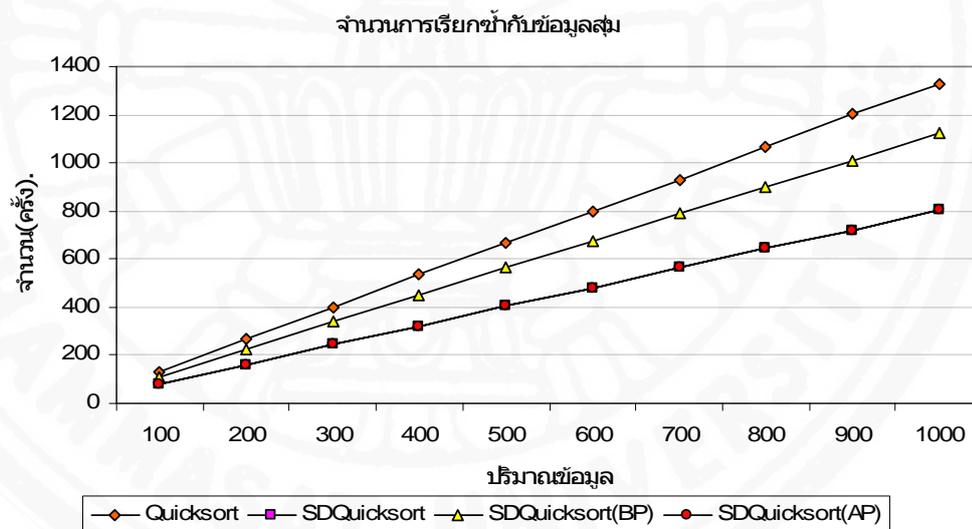
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลสุ่ม

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	133	265	401	534	669	800	932	1066	1202	1331	
SDQuicksort	80	159	250	320	403	481	565	644	721	802	
SDQuicksort(BP)	111	223	340	451	564	672	790	899	1011	1123	
SDQuicksort(AP)	80	159	244	320	403	481	565	644	721	802	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.8

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลสุ่ม



ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการทำงานเหมือนกับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูลคือ ควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องใช้จำนวนครั้งการเรียกซ้ำน้อยกว่าควิกซอร์ตปกติแต่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลเรียงลำดับ มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.9

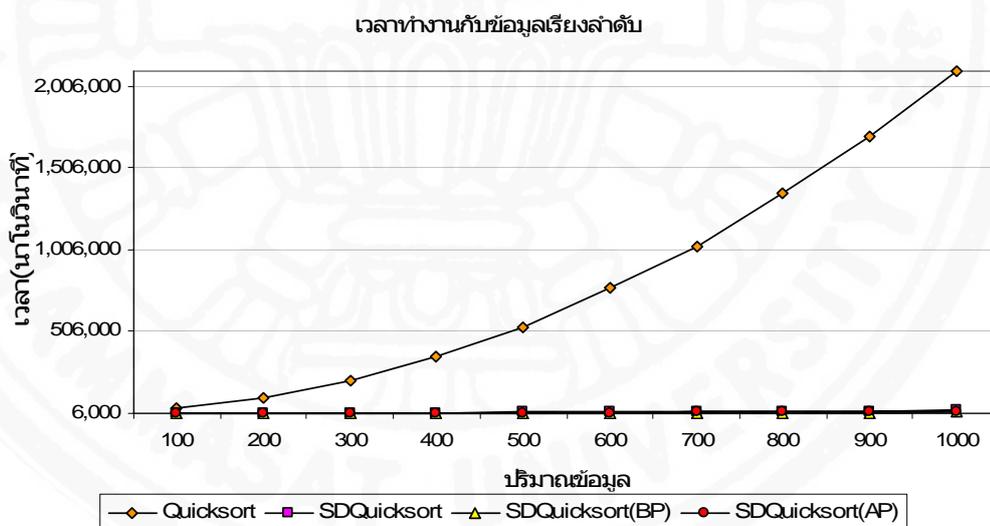
เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลเรียงลำดับ

Time	Algorithms	ขนาดข้อมูล									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
	Quicksort	42273	99934	203903	355201	536867	769494	1031125	1349853	1696371	2096400
	SDQuicksort	6240	6475	8531	10789	12755	14806	16907	19371	21175	23511
	SDQuicksort(BP)	6196	6157	6615	8079	7090	8090	9006	10498	11057	11995
	SDQuicksort(AP)	6028	6034	6380	7766	9118	10476	11873	13268	14649	15957

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.9

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลเรียงลำดับ



ตารางที่ 4.9 และ ภาพที่ 4.9 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลเรียงลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตปกติมาก โดยเฉพาะเมื่อข้อมูลใหญ่ขึ้นควิกซอร์ตปกติใช้เวลาการทำงานสูงมากขณะที่กลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.10

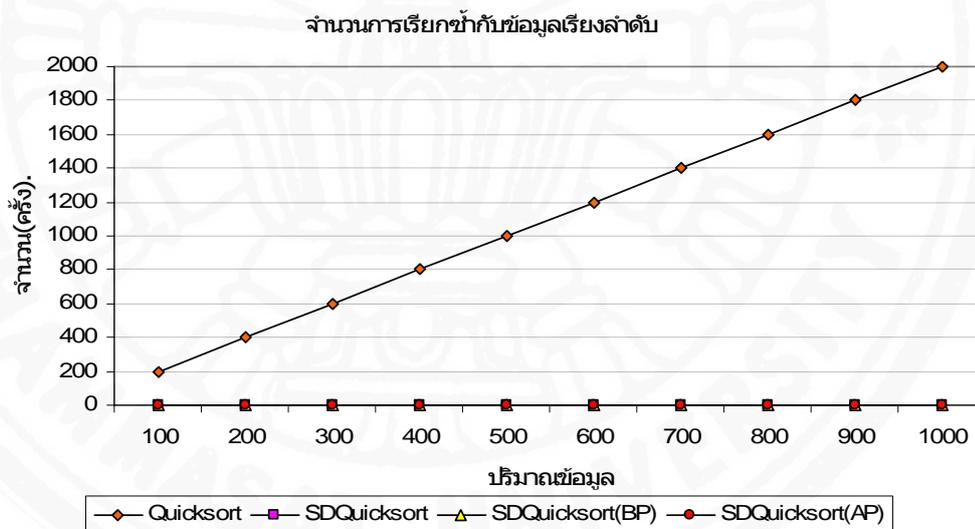
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลเรียงลำดับ

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	199	399	599	799	999	1199	1399	1599	1799	1999	
SDQuicksort	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SDQuicksort(BP)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SDQuicksort(AP)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.10

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลเรียงลำดับ



ตารางที่ 4.10 และ ภาพที่ 4.10 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องใช้จำนวนการเรียกซ้ำเพียง 1 ครั้งเท่านั้น ขณะที่ควิกซอร์ตปกติต้องใช้จำนวนการเรียกซ้ำเป็นเกือบ 2 เท่าของขนาดข้อมูล

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่ม (Randomize selection) กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.11

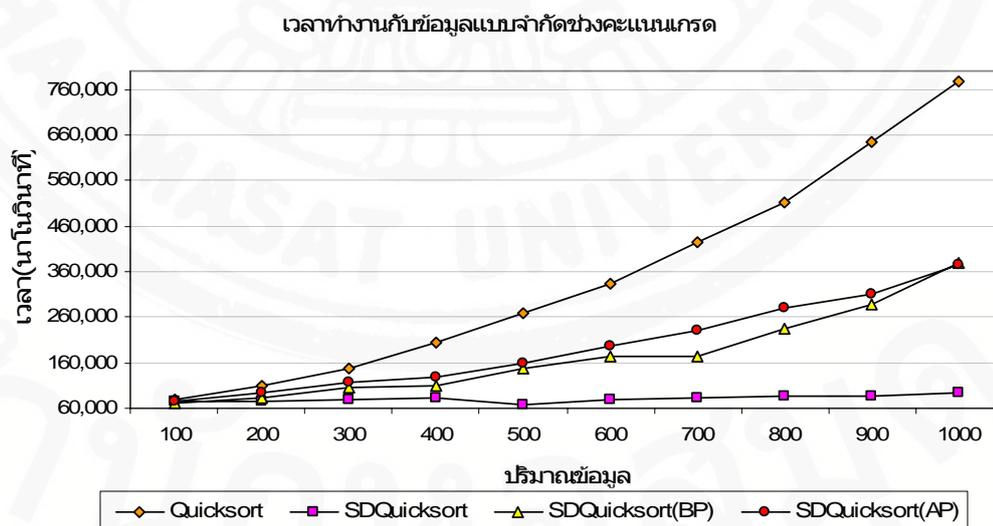
เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	78188	107823	147515	203685	269330	334422	423768	510483	642517	776528	
SDQuicksort	73501	74719	79680	82636	68997	77931	83619	86351	87960	94632	
SDQuicksort(BP)	71402	81552	106477	108410	146962	173541	171949	235460	288902	380646	
SDQuicksort(AP)	73685	93140	116115	130038	159064	197706	232392	281963	311190	373997	

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.11

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด



ตารางที่ 4.11 และ ภาพที่ 4.11 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการทำงานจะคล้ายกับควิกซอร์ตที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักเป็นข้อมูลตัวแรก คือ กลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่อง

ทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตปกติ แต่ควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบเรียกใช้ฟังก์ชันกลับทำงานได้แย่ง

ตารางที่ 4.12

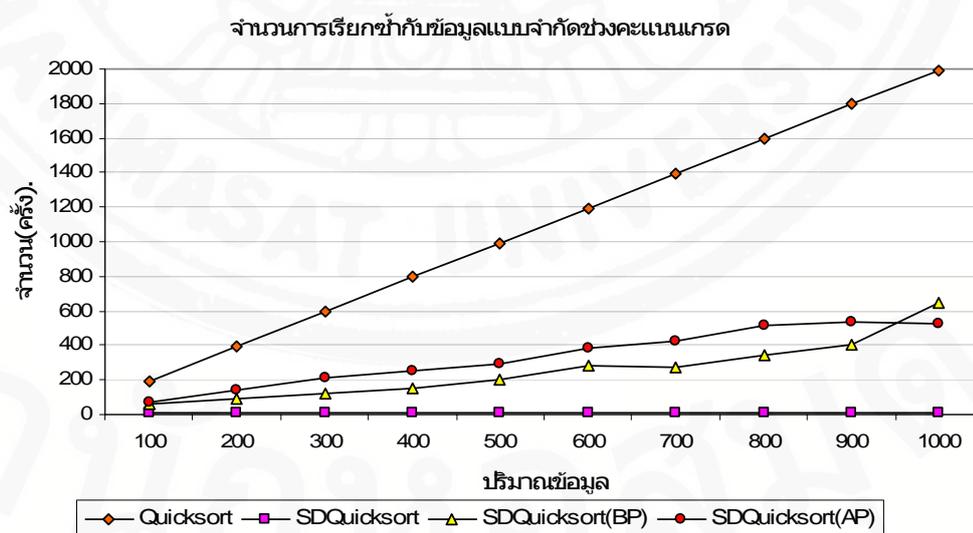
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัด ช่วงคะแนนเกรด

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	194	393	593	793	993	1193	1393	1593	1793	1993	
SDQuicksort	7	7	7	7	7	8	8	8	7	9	
SDQuicksort(BP)	61	94	125	156	207	284	269	342	400	650	
SDQuicksort(AP)	75	146	211	250	294	387	423	518	535	529	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.12

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัด ช่วงคะแนนเกรด



ตารางที่ 4.12 และ ภาพที่ 4.12 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตปกติยังมีอัตราการใช้จำนวนการเรียกซ้ำสูง ขณะที่ควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องใช้จำนวนการ

เรียกซ้ำต่ำกว่า แต่จุดที่แตกต่างไปคือควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบเรียกใช้ฟังก์ชันใช้จำนวนการเรียกซ้ำมากขึ้นผิดจากควิกซอร์ตที่ใช้การเลือกตัวหลักด้วยข้อมูลตัวแรก

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.13

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ

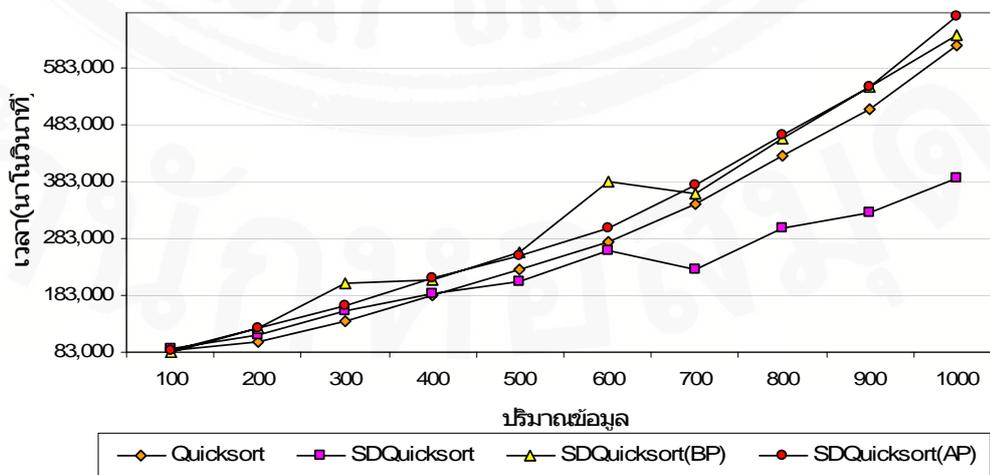
Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	84804	102024	137810	182553	229001	276532	342333	427775	509511	621302	
SDQuicksort	90167	113394	154801	187532	206383	261647	227654	300054	328214	389407	
SDQuicksort(BP)	84133	126289	204500	210099	259954	382964	361509	458750	548874	640801	
SDQuicksort(AP)	85748	125960	166294	212652	252568	300228	376405	465500	548499	673577	

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.13

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ

เวลาทำงานกับข้อมูลแบบจำกัดช่วงอายุ



ตารางที่ 4.13 และ ภาพที่ 4.13 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตที่ใช้การเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ แสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบรวมในขั้นตอนการแบ่งข้อมูลทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตแบบอื่นๆ เมื่อข้อมูลมีขนาดใหญ่กว่า 700

ตารางที่ 4.14

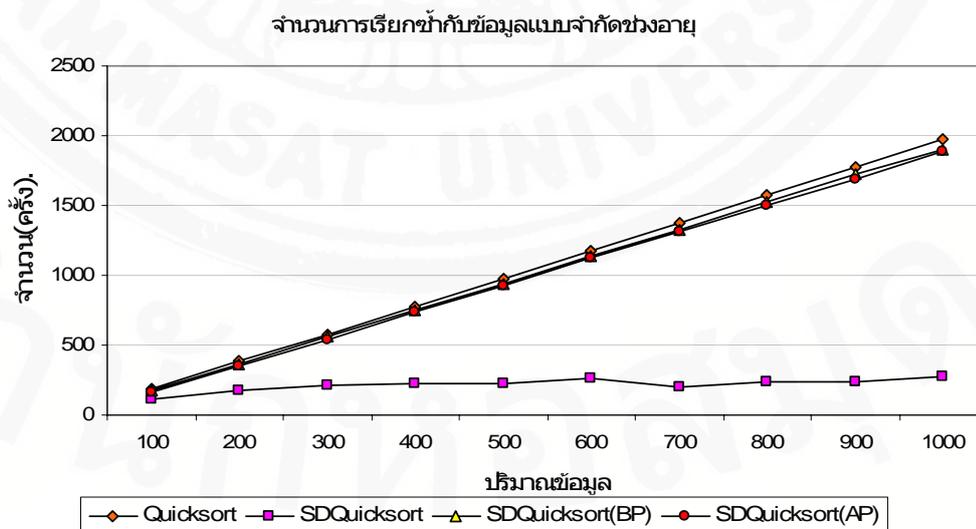
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ

	Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Recursion	Quicksort	186	382	581	779	980	1179	1379	1578	1778	1978
	SDQuicksort	116	172	217	229	228	257	203	236	237	274
	SDQuicksort(BP)	174	364	558	747	941	1139	1331	1524	1719	1906
	SDQuicksort(AP)	161	349	543	733	927	1120	1313	1498	1693	1891

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.14

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ



ตารางที่ 4.14 และ ภาพที่ 4.14 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบรวมในขั้นตอนการแบ่งข้อมูลทำงานได้ดีกว่าแบบอื่นๆ มาก ซึ่งแบบอื่น ๆ จะใช้จำนวนการเรียกซ้ำใกล้เคียงกัน

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลสุ่ม มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.15

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลสุ่ม

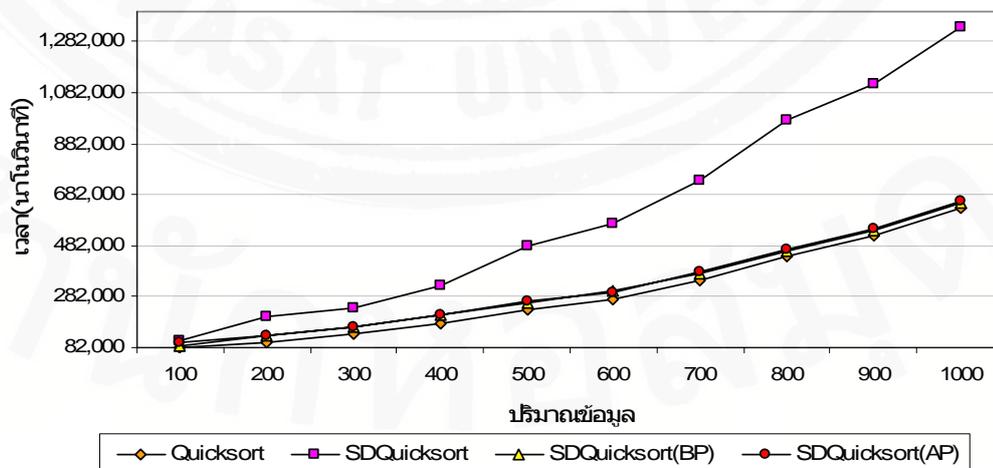
Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Quicksort	83591	102733	137676	179860	230945	272755	344049	438927	520440	626565
SDQuicksort	112137	203517	239415	323130	480753	566932	737959	975218	1115169	1337371
SDQuicksort(BP)	87346	126708	161590	209473	259491	308195	373773	461762	543013	648417
SDQuicksort(AP)	99074	126284	160551	211473	262748	298113	376327	464332	546834	657608

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.15

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] ที่ใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลสุ่ม

เวลาทำงานกับข้อมูลสุ่ม



ตารางที่ 4.15 และ ภาพที่ 4.15 แสดงเวลาการทำงานควิกซอร์ตที่ใช้การเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลสุ่ม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเวลาการทำงานควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบรวมในขั้นตอนการแบ่งข้อมูลสูงกว่าควิกซอร์ตแบบอื่นๆ มาก ขณะที่แบบอื่นๆ ใช้เวลาการทำงานใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.16

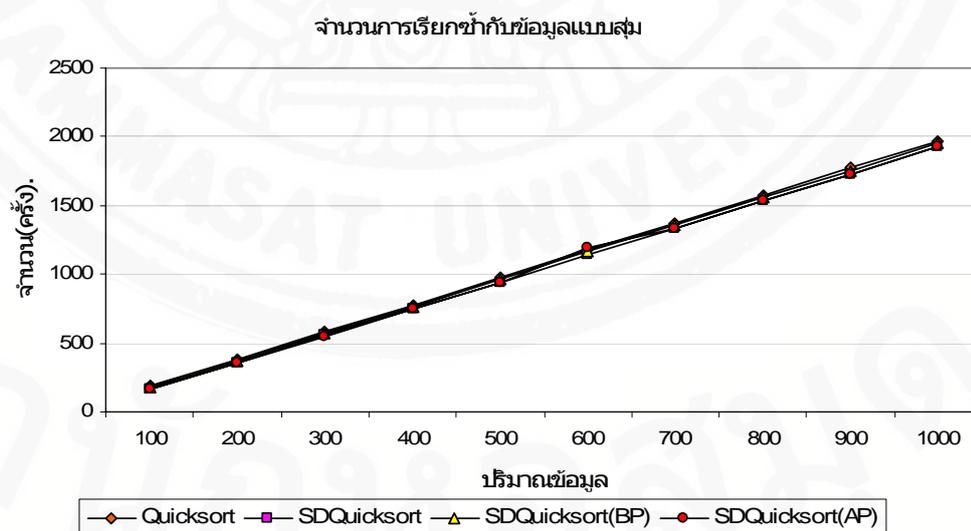
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] โดยใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลสุ่ม

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Quicksort	185	382	579	778	976	1176	1374	1573	1772	1973
SDQuicksort	166	359	554	747	944	1143	1328	1537	1732	1933
SDQuicksort(BP)	176	369	566	764	961	1162	1357	1555	1754	1953
SDQuicksort(AP)	163	354	548	743	939	1193	1336	1534	1731	1930

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.16

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] โดยใช้เทคนิคการเลือกตัวหลักแบบสุ่มกับข้อมูลสุ่ม



ตารางที่ 4.16 และ ภาพที่ 4.16 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ แสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตทุกแบบใช้จำนวนการเรียกซ้ำใกล้เคียงกัน

4.1.1.2 ผลการทำงานของควิกซอร์ตของ Roger L. Wainwright [13]

ผลบันทึกการทำงานของ การจัดเรียงแบบควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลแบบสุ่ม และข้อมูลแบบเรียงลำดับ โดยแสดงผลการทำงานตามลำดับดังนี้ ข้อมูลจำกัดช่วงตามคะแนนเกรด ข้อมูลจำกัดช่วงตามอายุ ข้อมูลจำกัดช่วงตามขนาดชุดข้อมูล ข้อมูลสุ่ม และข้อมูลเรียงลำดับ

ผลการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.17

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด

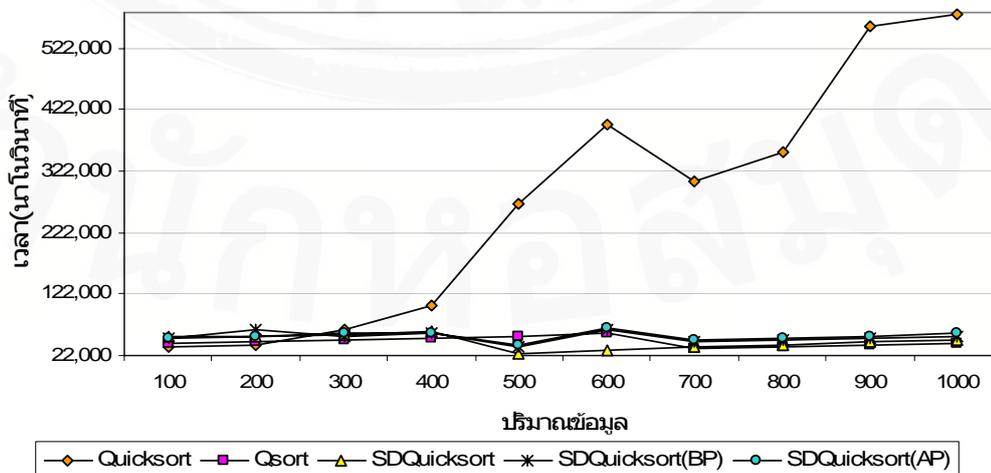
	Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Time	Quicksort	35507	37485	65175	104577	268492	397201	304552	353765	557601	576330
	Qsort	42642	43770	47413	50347	52258	57465	32920	35361	37993	41496
	SDQuicksort	52174	52336	54699	62538	25914	30009	35216	39088	43318	47771
	SDQuicksort(BP)	49989	63488	51716	58146	36267	64203	44312	46978	50933	53682
	SDQuicksort(AP)	49252	52341	58359	58985	38837	66343	46262	50045	53861	59711

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.17

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด

เวลาทำงานกับข้อมูลแบบจำกัดช่วงคะแนนเกรด



ตารางที่ 4.17 และ ภาพที่ 4.17 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลจำกัด ช่วงคะแนนเกรด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มของการจัดเรียงแบบควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องทำงาน ได้ดีกว่าควิกซอร์ตปกติเหมือนที่ได้จากควิกซอร์ตจาก [14]

ตารางที่ 4.18

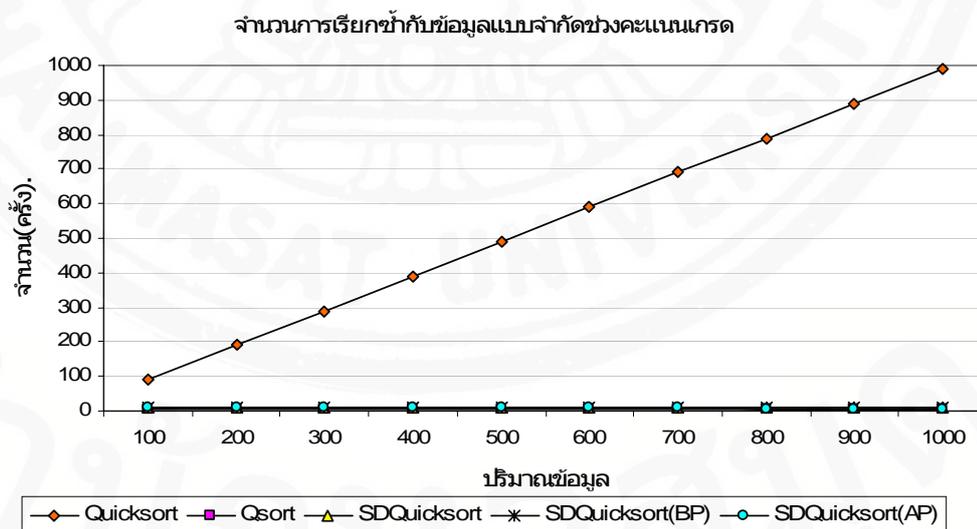
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	90	190	290	390	490	590	690	790	890	990	
Qsort	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	
SDQuicksort	10	10	10	10	10	10	11	10	10	10	
SDQuicksort(BP)	11	11	11	11	11	11	12	11	11	11	
SDQuicksort(AP)	8	8	8	8	8	8	8	7	7	8	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.18

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงคะแนนเกรด



ตารางที่ 4.18 และ ภาพที่ 4.18 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ ซึ่งจะเห็นว่าผลเหมือนกับควิกซอร์ตจาก [14] คือ กลุ่มของควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องและควิกซอร์ตที่ใช้เทคนิคการเปรียบเทียบใช้จำนวนการเรียกซ้ำน้อยกว่าควิกซอร์ตปกติเมื่อข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้น

ผลการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.19

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงประมาณอายุ

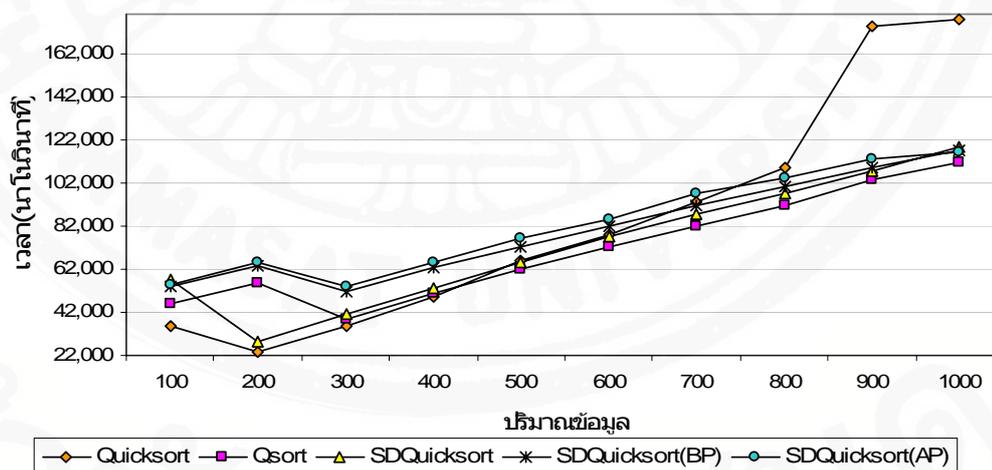
Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Quicksort	35451	23611	35954	49112	65924	77786	93045	109237	174223	177430
Qsort	45771	55526	38988	50632	61627	71886	81848	91447	103784	111075
SDQuicksort	56996	28143	40804	53280	65086	76719	87055	97247	107516	118936
SDQuicksort(BP)	54191	63488	51716	62315	72461	81513	91257	99995	108622	117210
SDQuicksort(AP)	55113	65064	53878	64991	75942	84776	96922	104192	113204	116338

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.19

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ

เวลาทำงานกับข้อมูลแบบจำกัดช่วงอายุ



ตารางที่ 4.19 และ ภาพที่ 4.19 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ แสดงให้เห็นว่าผลการทำงานคล้ายกับควิกซอร์ตจาก [14] คือ ควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสลับเนื่องและควิกซอร์ตที่ใช้เทคนิคการเปรียบเทียบทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตปกติเมื่อข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยกลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสลับเนื่องทำงานดีกว่าควิกซอร์ตปกติที่ข้อมูล 800 ขึ้นไป

ตารางที่ 4.20

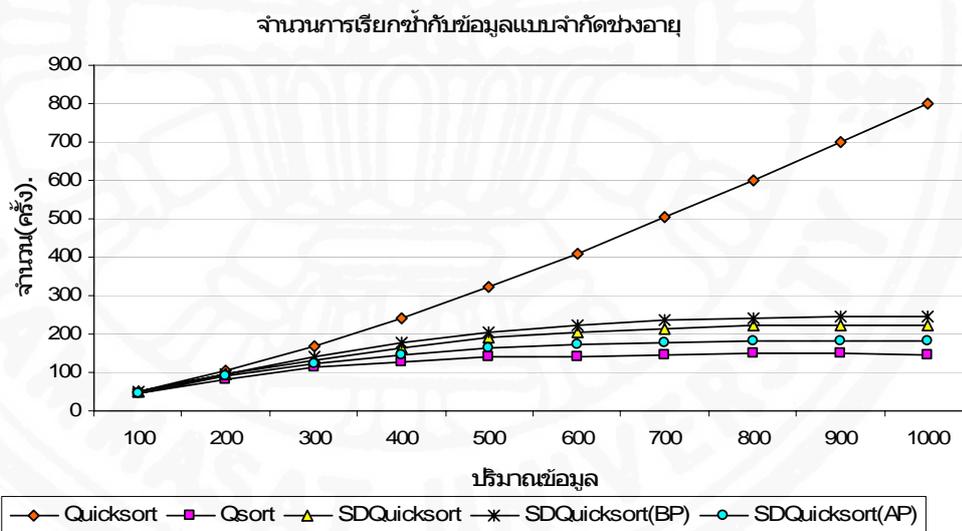
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ

	Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Recursion	Quicksort	50	105	166	239	321	410	505	602	701	800
	Qsort	45	84	112	128	140	143	146	148	148	147
	SDQuicksort	48	94	134	165	191	205	215	222	225	225
	SDQuicksort(BP)	49	97	141	177	206	223	235	242	245	246
	SDQuicksort(AP)	46	89	122	146	163	171	177	181	182	180

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.20

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงอายุ



ตารางที่ 4.20 และ ภาพที่ 4.20 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องใช้จำนวนการเรียกซ้ำต่ำกว่าควิกซอร์ตปกติ และต่ำกว่ามากขึ้นเมื่อขนาดชุดข้อมูลใหญ่ขึ้น

ดั่งนี้

ผลการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล มีผลการทำงาน

ตารางที่ 4.21

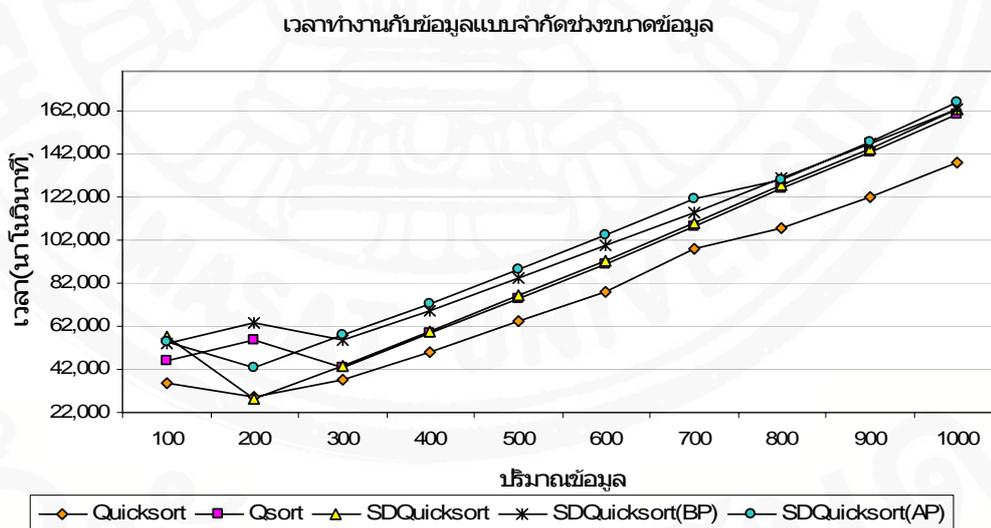
เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Quicksort	35451	29495	36870	50235	64103	78099	97934	107522	122116	137509
Qsort	45922	55699	42971	58465	74719	90938	107846	125518	142671	160288
SDQuicksort	56996	28579	43837	59644	76205	92620	109745	127435	144381	162439
SDQuicksort(BP)	54040	63890	55236	69383	84340	99297	114880	130631	146314	162232
SDQuicksort(AP)	55074	42776	57728	72567	88089	104409	120596	129631	147208	165255

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.21

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล



ตารางที่ 4.21 และ ภาพที่ 4.21 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล แสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตปกติทำงานได้ดีกว่ากลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่อง และควิกซอร์ตที่ใช้การเปรียบเทียบ แต่ผลการทำงานยังคงค่อนข้างใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.22

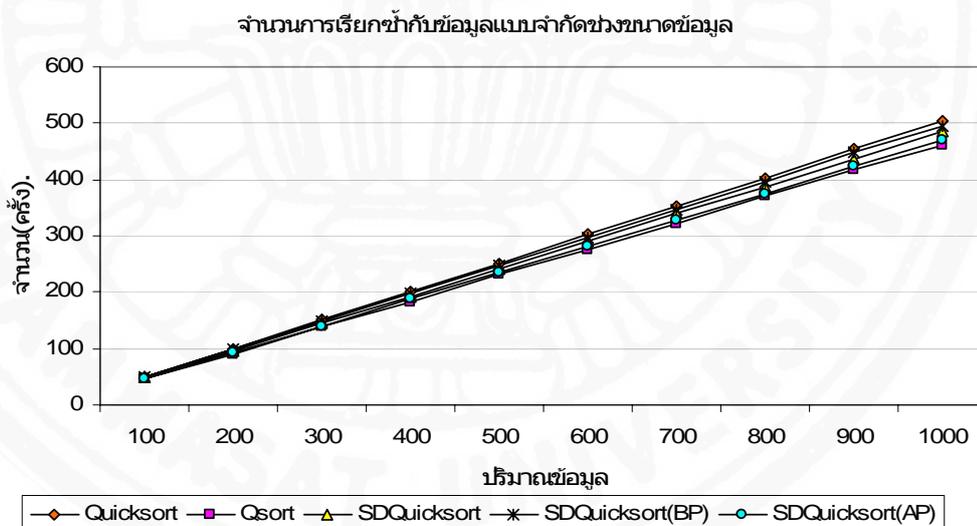
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล

	Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Recursion	Quicksort	50	100	151	201	252	302	353	403	455	504
	Qsort	45	91	139	184	231	276	323	370	416	461
	SDQuicksort	48	96	145	193	242	291	339	388	437	485
	SDQuicksort(BP)	49	98	148	198	247	297	347	396	447	496
	SDQuicksort(AP)	46	93	140	188	235	282	329	375	424	470

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.22

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลจำกัดช่วงขนาดข้อมูล



ตารางที่ 4.22 และ ภาพที่ 4.22 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ แสดงให้เห็นว่าจำนวนการเรียกซ้ำทุกๆ แบบใช้ค่อนข้างใกล้เคียงกันมาก

ผลการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลสุ่ม มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.23

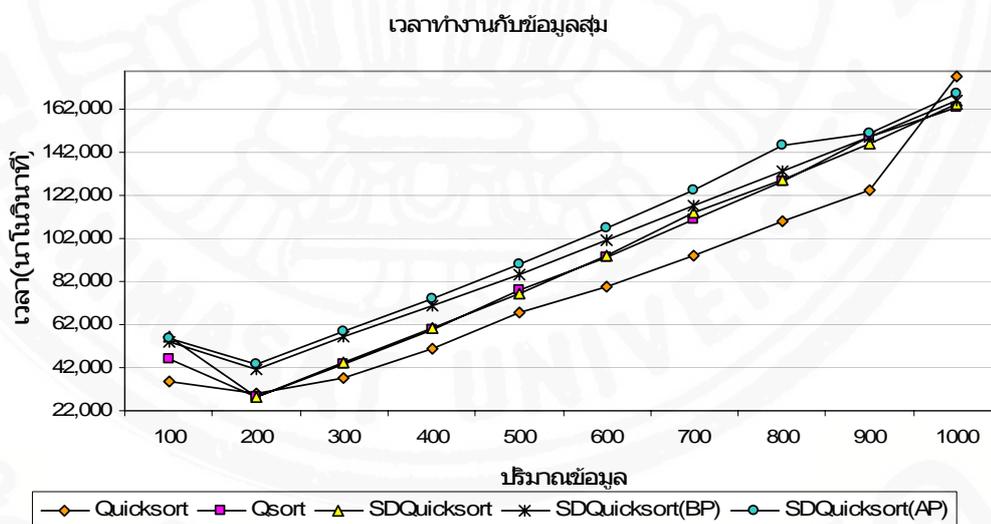
เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลสุ่ม

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Quicksort	35306	29914	37440	50989	67572	79490	94576	109980	124630	177346
Qsort	45860	28433	44027	59951	78423	93039	111220	128737	149795	163423
SDQuicksort	56219	28634	44290	60124	76775	93956	114433	129072	146655	164372
SDQuicksort(BP)	54213	41608	56716	70902	85714	101482	117746	133687	149449	166132
SDQuicksort(AP)	55375	43659	58990	74512	90430	106628	124585	145890	151209	169356

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.23

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลสุ่ม



ตารางที่ 4.23 และ ภาพที่ 4.23 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลสุ่ม แสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตปกติทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตที่ใช้องค์ประกอบและควิกซอร์ตที่ใช้การเปรียบเทียบ

ตารางที่ 4.24

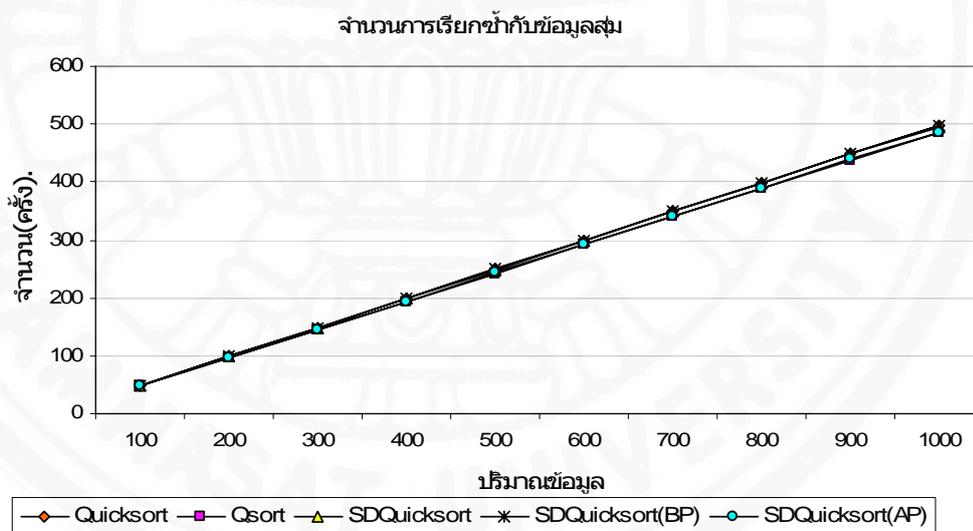
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลสุ่ม

	Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล									
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Recursion	Quicksort	48	100	149	199	249	299	350	399	450	497
	Qsort	47	97	145	193	242	291	341	388	438	484
	SDQuicksort	48	99	149	198	248	299	349	398	449	495
	SDQuicksort(BP)	48	100	149	199	249	299	350	399	450	497
	SDQuicksort(AP)	47	97	146	194	243	291	342	389	439	486

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.24

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลสุ่ม



ตารางที่ 4.24 และ ภาพที่ 4.24 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำของการจัดเรียงแบบควิกซอร์ตกับข้อมูลสุ่ม ซึ่งจะเห็นว่าควิกซอร์ตทุกแบบใช้จำนวนการเรียกซ้ำค่อนข้างใกล้เคียงกัน

ผลการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลเรียงลำดับ มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.25

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลเรียงลำดับ

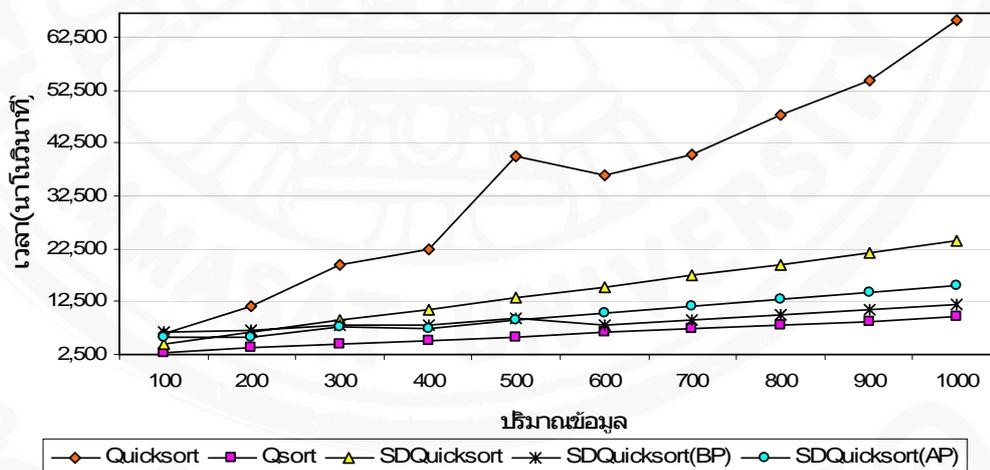
Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	6525	11571	19287	22276	39938	36513	40306	47687	54179	65717	
Qsort	2978	3709	4391	5112	5849	6598	7347	8062	8805	9509	
SDQuicksort	4441	6598	8861	10850	13096	15365	17443	19337	21706	24030	
SDQuicksort(BP)	6637	7112	8067	8023	9492	7973	8995	9917	10939	11839	
SDQuicksort(AP)	5626	5900	7710	7509	8900	10163	11476	12845	14147	15437	

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.25

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลเรียงลำดับ

เวลาทำงานกับข้อมูลแบบเรียงลำดับ



ตารางที่ 4.25 และ ภาพที่ 4.25 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลเรียงลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตปกติ

ตารางที่ 4.26

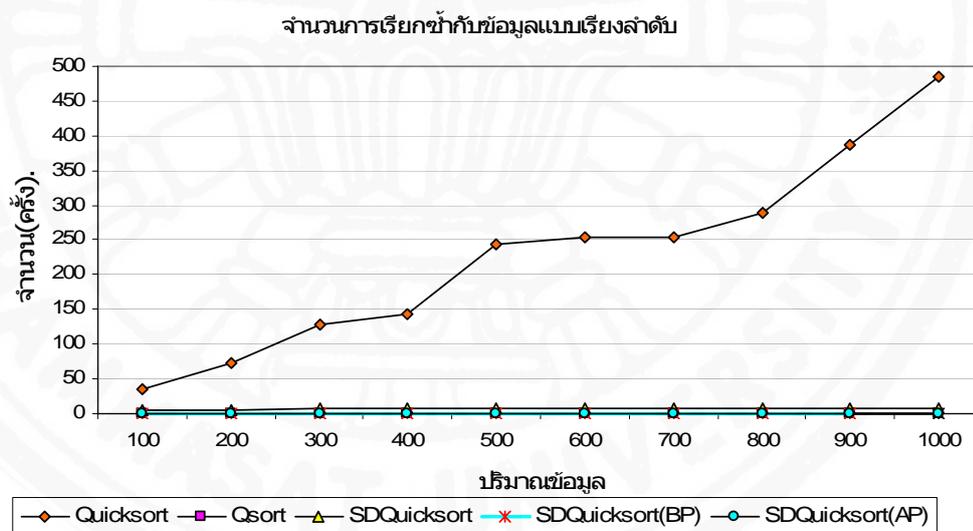
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลเรียงลำดับ

Algorithms	ขนาดชุดข้อมูล										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
Quicksort	36	72	127	144	243	255	255	288	387	486	
Qsort	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SDQuicksort	5	6	7	7	7	8	8	8	8	8	
SDQuicksort(BP)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
SDQuicksort(AP)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.26

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลเรียงลำดับ



ตารางที่ 4.26 และ ภาพที่ 4.26 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำของแบบควิกซอร์ตกับข้อมูลเรียงลำดับ ซึ่งจะเห็นว่า การจัดเรียงแบบควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องและการจัดเรียงแบบควิกซอร์ตที่ใช้การเปรียบเทียบ ใช้การเรียกซ้ำคงที่แต่ควิกซอร์ตปกติใช้จำนวนการเรียกซ้ำสูงมาก

4.1.2 ผลการทดลองกับข้อมูลแบบกำหนดสัดส่วน

4.1.2.1 ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14]

ผลบันทึกการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลแบบกำหนดสัดส่วน โดยแสดงผลการทำงานตามลำดับดังนี้ ข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง, ข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงแบบย้อนกลับ, ข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำข้อมูล

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.27

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง

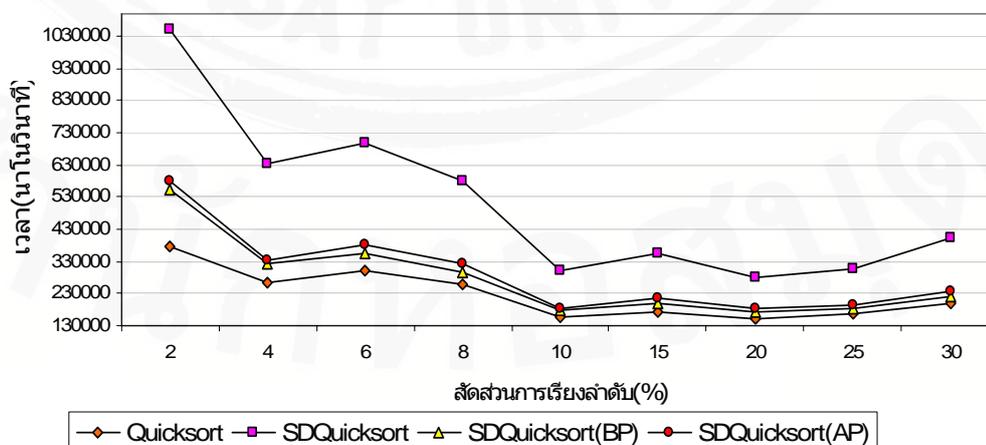
Time	Algorithm	สัดส่วนการเรียงลำดับ(%)								
		2	4	6	8	10	15	20	25	30
	Quicksort	378874	263458	302585	257200	156483	173686	149845	165015	201908
	SDQuicksort	1050647	633695	698552	577872	300373	353726	281505	309380	404822
	SDQuicksort(BP)	554942	324348	354497	296775	176402	199053	171837	181168	219754
	SDQuicksort(AP)	579676	331522	381193	322063	182537	215591	185129	193287	236605

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.27

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง

เวลาการทำงานกับชุดข้อมูลแบบกำหนดสัดส่วนการเรียง



ตารางที่ 4.27 และ ภาพที่ 4.27 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตปกติทำงานได้ดีที่สุด แต่ควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบเรียกใช้ฟังก์ชันก็ทำงานได้ดีใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.28

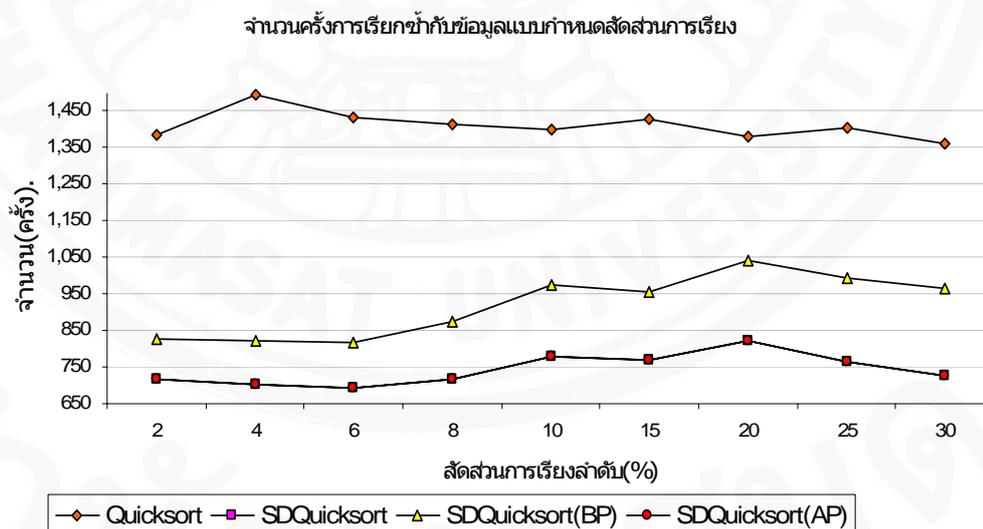
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงลำดับ

Recursion	Algorithm	สัดส่วนการเรียงลำดับ(%)								
		2	4	6	8	10	15	20	25	30
Recursion	Quicksort	1385	1495	1433	1415	1401	1427	1379	1405	1363
	SDQuicksort	715	701	695	717	779	767	823	763	727
	SDQuicksort(BP)	825	823	817	873	977	955	1041	995	965
	SDQuicksort(AP)	715	701	695	717	779	767	823	763	727

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.28

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงลำดับ



ตารางที่ 4.28 และ ภาพที่ 4.28 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องใช้จำนวนการเรียกซ้ำน้อยกว่าควิกซอร์ตปกติ

ผลการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.29

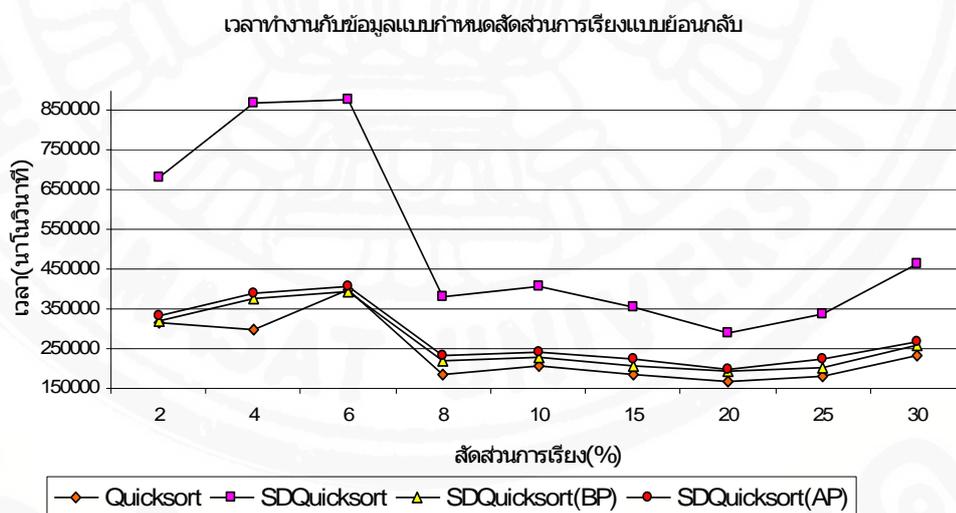
เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ

Algorithm	สัดส่วนการเรียงลำดับ(%)								
	2	4	6	8	10	15	20	25	30
Quicksort	316939	299797	399406	182928	207730	186336	165456	180609	230850
SDQuicksort	683450	871541	877279	382165	408761	355855	288863	335366	463382
SDQuicksort(BP)	320280	375762	393977	219759	227162	206445	192812	201835	258032
SDQuicksort(AP)	332327	388680	409107	233733	240768	222687	196723	222413	268665

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.29

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ



ตารางที่ 4.29 และ ภาพที่ 4.29 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ ซึ่งจะเห็นว่าควิกซอร์ตปกติทำงานได้ดีกว่า แต่ควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องแบบเรียกใช้ฟังก์ชันก็ทำงานได้ดีใกล้เคียงกับควิกซอร์ตปกติ

ตารางที่ 4.30

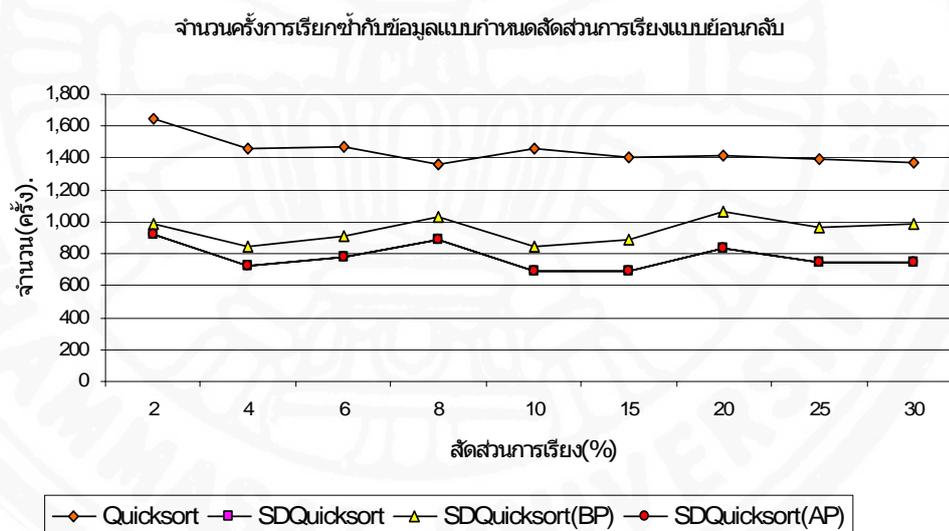
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ

	Algorithm	สัดส่วนการเรียงลำดับ(%)								
		2	4	6	8	10	15	20	25	30
Recursion	Quicksort	1647	1463	1467	1365	1459	1401	1415	1389	1377
	SDQuicksort	927	729	779	889	691	687	835	751	743
	SDQuicksort(BP)	983	847	909	1027	841	885	1067	967	989
	SDQuicksort(AP)	927	729	779	889	691	687	835	751	743

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.30

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ



ตารางที่ 4.30 และ ภาพที่ 4.30 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำ ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนการเรียกซ้ำของกลุ่มควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องน้อยกว่าควิกซอร์ตปกติ

ผลการดำเนินงานของควิกซอร์ต์จาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ มีผลการดำเนินงาน
ดังนี้

ตารางที่ 4.31

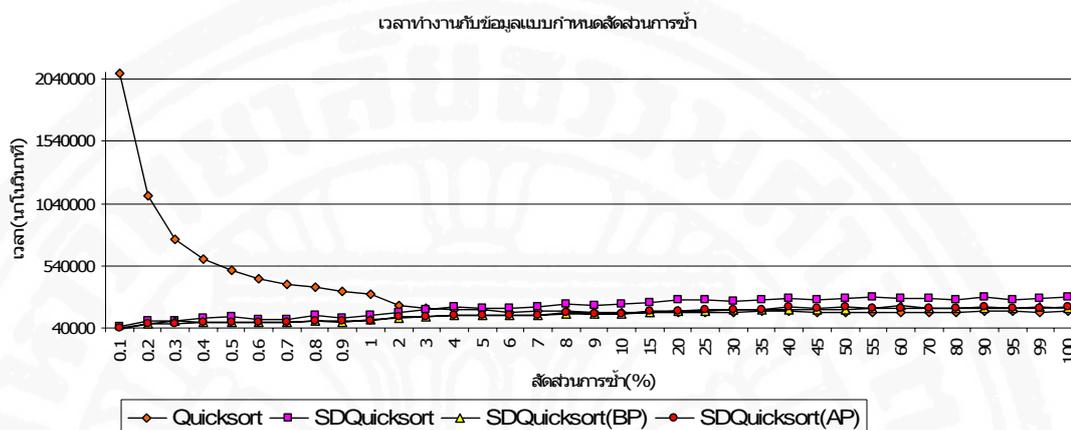
เวลาการทำงานของควิกซอร์ต์จาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ

		สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
Algorithm		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Time	Quicksort	2087768	1101631	756196	590801	503321	439782	394893	364459	333908	310938
	SDQuicksort	47983	98979	100347	114087	127977	110868	110092	139168	118333	142141
	SDQuicksort(BP)	25249	71048	92939	82842	81775	83999	84485	96777	90559	107829
	SDQuicksort(AP)	36300	69796	75082	83926	82312	83904	85798	99219	91380	102180
Algorithm		สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Time	Quicksort	222290	196550	188437	191158	169982	170284	177782	169809	167429	165663
	SDQuicksort	168406	186939	205774	202109	195834	205752	229341	225794	235281	245410
	SDQuicksort(BP)	118238	132033	138816	147119	138604	142224	151868	151633	152326	166708
	SDQuicksort(AP)	136011	133368	143487	147186	141163	147186	162718	150795	151779	178190
Algorithm		สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	70
Time	Quicksort	162540	161953	169434	170764	170563	164954	167753	167390	167764	166658
	SDQuicksort	268034	264547	257602	264150	275459	264346	275068	293707	275090	275364
	SDQuicksort(BP)	172882	177955	183000	184252	191962	188319	191549	195332	224207	193801
	SDQuicksort(AP)	171658	183185	187593	188861	210864	193493	208786	195639	196360	198561
Algorithm		สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		80	90	95	99	100					
Time	Quicksort	167635	170233	170703	168267	171379					
	SDQuicksort	270922	284918	271067	280007	284080					
	SDQuicksort(BP)	193667	199667	194209	208680	201634					
	SDQuicksort(AP)	200500	207071	200852	201193	205562					

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.31

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ



ตารางที่ 4.31 และ ภาพที่ 4.31 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับกำหนดสัดส่วนการซ้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตปกติ เมื่อสัดส่วนการซ้ำต่ำกว่า 1 %

สำนักหอสมุด

ตารางที่ 4.32

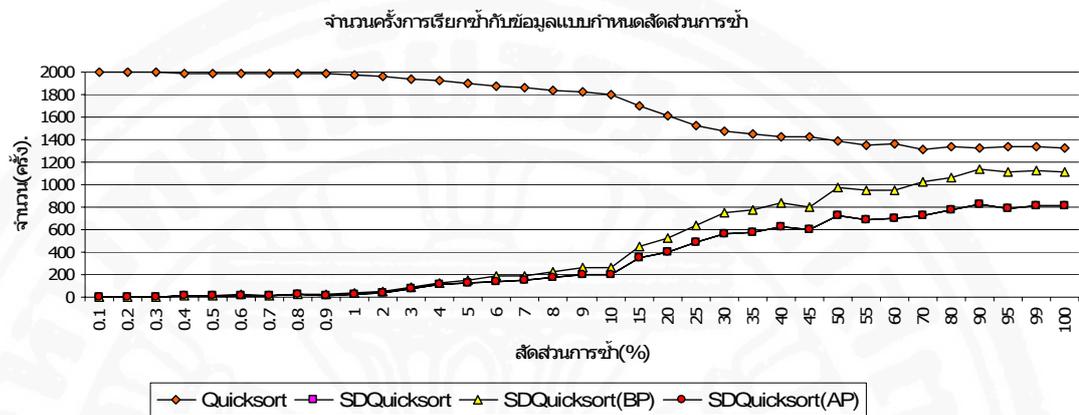
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ

Recursion	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Recursion	Quicksort	1999	1997	1995	1993	1991	1989	1987	1985	1983	1981
	SDQuicksort	1	1	3	11	9	15	13	25	17	29
	SDQuicksort(BP)	1	3	5	13	13	19	17	29	23	35
	SDQuicksort(AP)	1	1	3	11	9	15	13	25	17	29
Recursion	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Recursion	Quicksort	1961	1941	1921	1901	1881	1861	1841	1821	1801	1703
	SDQuicksort	37	71	107	123	139	145	169	201	201	347
	SDQuicksort(BP)	51	93	131	155	183	189	229	257	267	447
	SDQuicksort(AP)	37	71	107	123	139	145	169	201	201	347
Recursion	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	70
Recursion	Quicksort	1617	1527	1477	1453	1423	1419	1389	1347	1357	1309
	SDQuicksort	399	491	563	579	623	603	721	687	705	725
	SDQuicksort(BP)	531	641	749	779	837	795	971	955	947	1023
	SDQuicksort(AP)	399	491	563	579	623	603	721	687	705	725
Recursion	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		80	90	95	99	100					
Recursion	Quicksort	1343	1323	1343	1341	1325					
	SDQuicksort	775	819	787	809	807					
	SDQuicksort(BP)	1063	1133	1107	1127	1115					
	SDQuicksort(AP)	775	819	787	809	807					

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.32

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตจาก [14] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ



ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.32 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตกับกำหนดสัดส่วนการซ้ำ ซึ่งจะเห็นว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่อง ใช้การเรียกซ้ำน้อยกว่าควิกซอร์ตปกติ แต่จุดที่สามารถจำนวนการเรียกซ้ำอย่างชัดเจนคือเมื่อสัดส่วนการซ้ำต่ำกว่า 10 %

สำนักหอสมุด

4.1.2.2 ผลการทำงานของควิกซอร์ตของ Roger L. Wainwright [13]

ผลบันทึกการทำงานของควิกซอร์ตของ Roger L. Wainwright [13] กับข้อมูลแบบกำหนดสัดส่วน โดยแสดงผลการทำงานตามลำดับดังนี้ ข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง ข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงแบบย้อนกลับ ข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ

ผลการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.33

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง

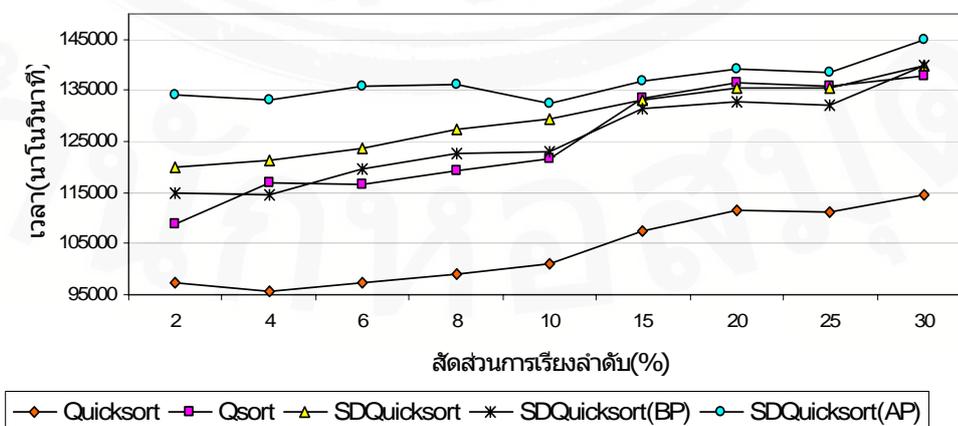
Algorithm	สัดส่วนการเรียงลำดับ(%)									
	2	4	6	8	10	15	20	25	30	
Quicksort	97381	95777	97453	99130	101225	107549	111511	111165	114439	
Qsort	108963	116841	116657	119221	121713	133564	136576	135994	137771	
SDQuicksort	119808	121378	123702	127474	129262	133134	135564	135542	139883	
SDQuicksort(BP)	115053	114567	119730	122814	122915	131374	132838	131949	139950	
SDQuicksort(AP)	134262	133279	135866	136089	132424	136989	139090	138436	144834	

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.33

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง

เวลาการทำงานกับชุดข้อมูลแบบกำหนดสัดส่วนการเรียงลำดับ



ตารางที่ 4.33 และ ภาพที่ 4.33 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตปกติทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องและควิกซอร์ตที่ใช้การเปรียบเทียบมาก

ตารางที่ 4.34

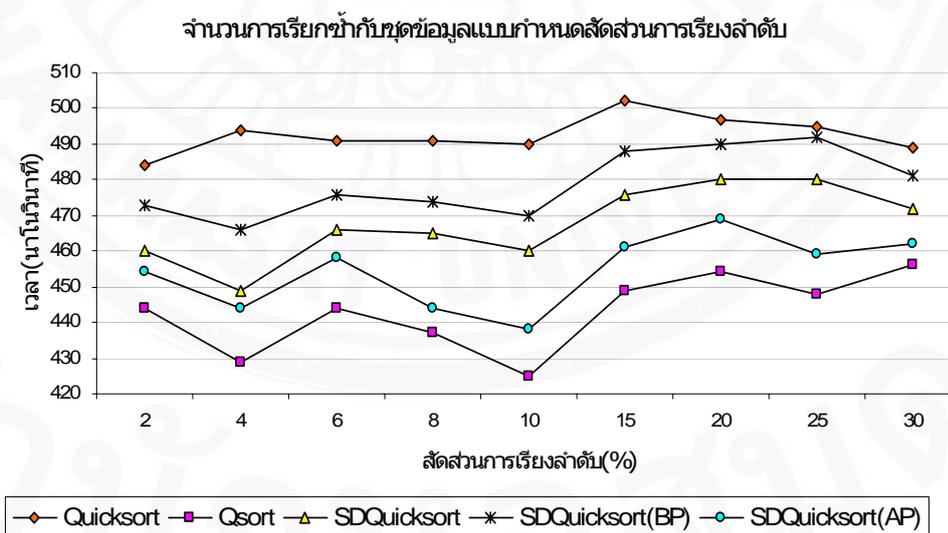
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง

Algorithm	สัดส่วนการเรียงลำดับ(%)									
	2	4	6	8	10	15	20	25	30	
Quicksort	484	494	491	491	490	502	497	495	489	
Qsort	444	429	444	437	425	449	454	448	456	
SDQuicksort	460	449	466	465	460	476	480	480	472	
SDQuicksort(BP)	473	466	476	474	470	488	490	492	481	
SDQuicksort(AP)	454	444	458	444	438	461	469	459	462	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.34

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง



ตารางที่ 4.34 และ ภาพที่ 4.34 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตกับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียง แสดงให้เห็นว่าจำนวนการเรียกซ้ำควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องและควิกซอร์ตที่ใช้การเปรียบเทียบน้อยกว่าควิกซอร์ตปกติ แต่จำนวนการเรียกซ้ำค่อนข้างใกล้เคียงกัน

ผลการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ มีผลการทำงานดังนี้

ตารางที่ 4.35

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ

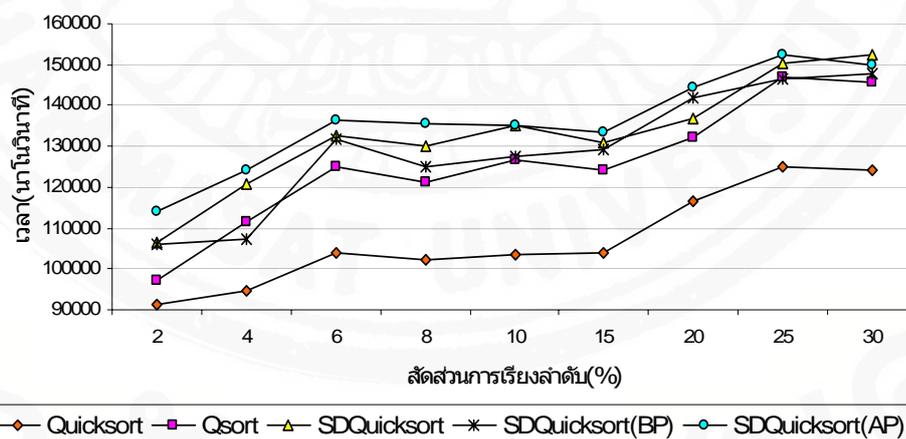
Algorithm	สัดส่วนการเรียงลำดับ(%)									
	2	4	6	8	10	15	20	25	30	
Quicksort	91385	94453	103951	102320	103661	104074	116607	124893	124105	
Qsort	97101	111477	124881	121222	126580	124267	132078	147068	145593	
SDQuicksort	106600	120574	132592	130050	135011	130810	136894	150264	152343	
SDQuicksort(BP)	106035	107248	131787	125043	127669	129167	141861	146387	147867	
SDQuicksort(AP)	113919	124228	136319	135531	134944	133329	144414	152253	149817	

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.35

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ

เวลาการทำงานกับชุดข้อมูลแบบกำหนดสัดส่วนการเรียงลำดับย้อนกลับ



ตารางที่ 4.33 และ ภาพที่ 4.33 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ แสดงให้เห็นควิกซอร์ตปกติทำงานได้ดีกว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องและควิกซอร์ตที่ใช้การเปรียบเทียบ

ตารางที่ 4.36

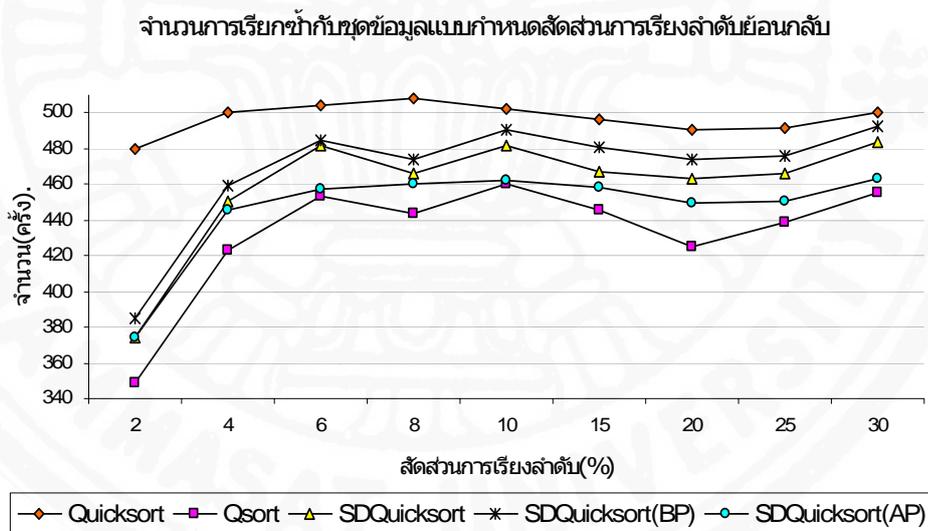
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ

Algorithm	สัดส่วนการเรียงลำดับ(%)									
	2	4	6	8	10	15	20	25	30	
Quicksort	480	500	504	508	502	496	490	491	500	
Qsort	349	423	453	444	460	446	425	439	455	
SDQuicksort	374	450	482	466	482	467	463	466	484	
SDQuicksort(BP)	385	459	485	474	490	481	474	476	492	
SDQuicksort(AP)	374	446	457	460	462	458	449	450	463	

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.36

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ



ตารางที่ 4.34 และ ภาพที่ 4.34 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตกับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการเรียงย้อนกลับ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มของควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องและควิกซอร์ตที่ใช้การเปรียบเทียบ ใช้จำนวนการเรียกซ้ำน้อยกว่าควิกซอร์ต แต่ค่อนข้างใกล้เคียงกันมาก

ผลการดำเนินงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ มีผลการดำเนินงาน
ดังนี้

ตารางที่ 4.37

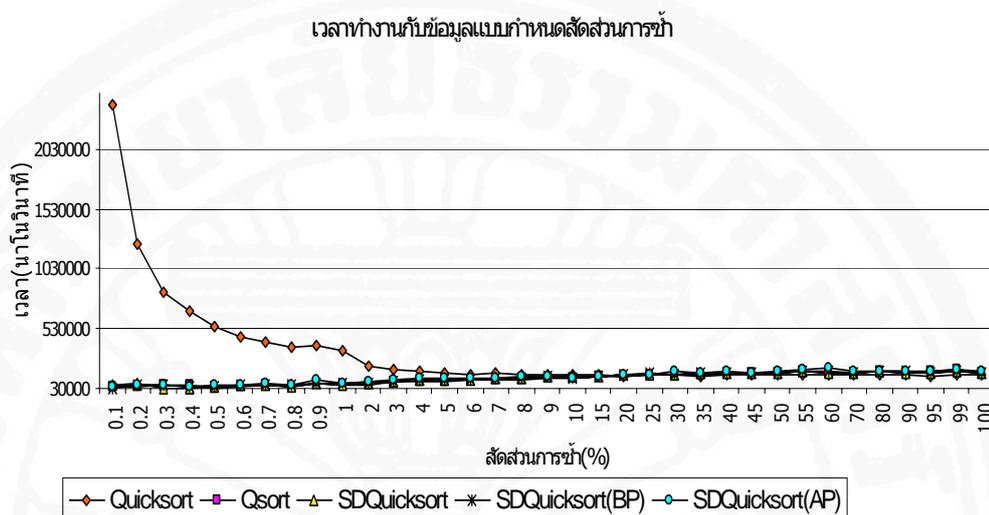
เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ

Time	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Time	Quicksort	2404216	1229178	840710	671470	544840	461807	420293	371494	386842	350262
	Qsort	42340	49263	52721	54085	36865	43608	51699	43133	66069	54750
	SDQuicksort	53967	66427	34814	36183	43480	52358	58309	49738	71819	60476
	SDQuicksort(BP)	25461	58404	62505	44642	50582	56196	65108	57107	70869	70036
	SDQuicksort(AP)	50224	60868	61002	46503	54006	60532	67606	62438	94811	70148
Time	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Time	Quicksort	220486	187090	166725	160696	151343	154611	150108	151175	143146	144521
	Qsort	64667	91749	90631	89855	95179	105974	108142	122730	115947	128608
	SDQuicksort	69735	93721	99347	96749	101711	110634	114176	130301	123663	137626
	SDQuicksort(BP)	74467	93922	103895	99683	102007	109114	112031	124088	119255	127798
	SDQuicksort(AP)	92056	98800	109444	110382	113232	111388	127306	125697	115238	128681
Time	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	70
Time	Quicksort	137587	144722	150527	137369	141358	141364	138883	138961	139811	139788
	Qsort	134832	150628	140146	148739	156377	161489	153365	174971	165864	161081
	SDQuicksort	140772	148611	150041	152494	159830	161210	163819	167686	165674	162294
	SDQuicksort(BP)	138486	153991	151198	155455	163104	160679	161178	171161	171748	165680
	SDQuicksort(AP)	143470	147532	177648	157103	174569	164713	169909	189089	196851	172027
Time	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		80	90	95	99	100					
Time	Quicksort	144012	138162	137313	151661	142638					
	Qsort	171066	161048	168663	183285	163607					
	SDQuicksort	171234	163328	163076	179039	162171					
	SDQuicksort(BP)	171742	171736	163646	177670	163182					
	SDQuicksort(AP)	180045	171424	169932	183621	168976					

*เวลาในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นนาโนวินาที

ภาพที่ 4.37

เวลาการทำงานของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ



ตารางที่ 4.37 และ ภาพที่ 4.37 แสดงเวลาการทำงานของควิกซอร์ตกับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ แสดงให้เห็นว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องทำงานโดยใช้เวลาดีกว่าควิกซอร์ตปกติ อย่างชัดเจนเมื่อสัดส่วนการซ้ำต่ำกว่า 1 % เช่นเดียวกับควิกซอร์ตของ [14]

ชำนาญกหอสมุด

ตารางที่ 4.38

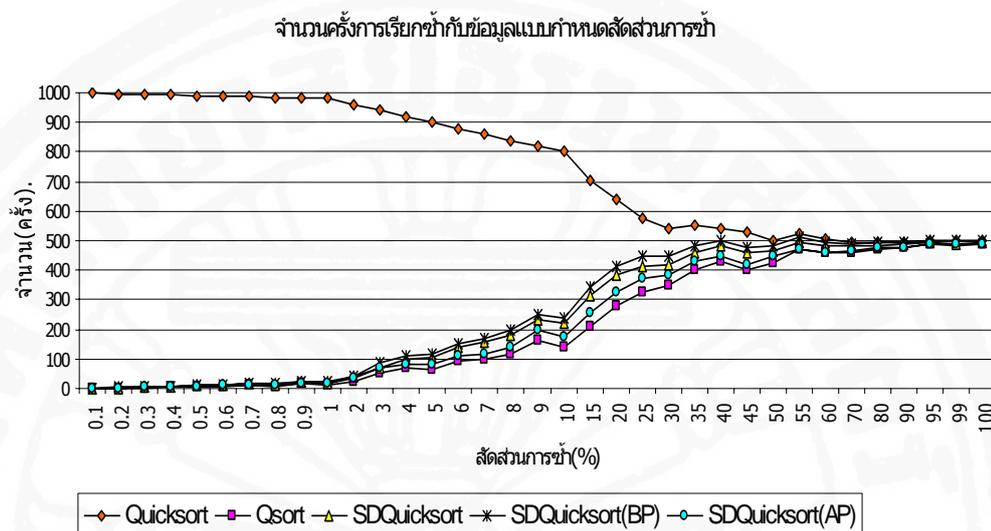
จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ

	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Recursion	Quicksort	998	996	994	992	990	988	986	984	982	980
	Qsort	1	1	2	3	5	7	10	8	16	11
	SDQuicksort	1	2	5	6	10	11	15	13	22	19
	SDQuicksort(BP)	1	3	5	7	10	13	17	16	25	21
	SDQuicksort(AP)	1	1	3	5	8	9	11	10	17	15
	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
Recursion	Quicksort	960	940	920	900	880	860	840	820	800	704
	Qsort	22	55	68	66	91	99	117	160	140	207
	SDQuicksort	41	70	101	104	137	155	182	232	221	315
	SDQuicksort(BP)	42	85	108	116	151	169	197	250	240	342
	SDQuicksort(AP)	32	67	82	84	109	119	141	196	174	257
	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	70
Recursion	Quicksort	637	573	541	553	540	530	502	523	503	495
	Qsort	280	325	346	400	433	401	424	470	459	458
	SDQuicksort	383	412	421	457	482	462	467	497	483	480
	SDQuicksort(BP)	412	445	448	485	500	479	484	511	496	489
	SDQuicksort(AP)	325	374	382	433	449	420	449	473	459	463
	Algorithm	สัดส่วนการซ้ำข้อมูล (%)									
		80	90	95	99	100					
Recursion	Quicksort	495	495	501	500	501					
	Qsort	471	478	486	485	490					
	SDQuicksort	483	490	493	490	492					
	SDQuicksort(BP)	495	495	501	498	501					
	SDQuicksort(AP)	476	477	490	489	486					

*การนับจำนวนการเรียกซ้ำในงานวิจัยใช้หน่วยวัดเป็นครั้ง

ภาพที่ 4.38

จำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตของ [13] กับข้อมูลกำหนดสัดส่วนการซ้ำ



ตารางที่ 4.38 และ ภาพที่ 4.38 แสดงจำนวนการเรียกซ้ำของควิกซอร์ตกับกำหนดสัดส่วนการซ้ำ ซึ่งจะเห็นว่าควิกซอร์ตที่ใช้ผลต่างสืบเนื่องใช้จำนวนการเรียกซ้ำต่ำกว่าควิกซอร์ตปกติ ผลต่างสืบเนื่องสามารถลดการใช้จำนวนการเรียกซ้ำอย่างมากเมื่อสัดส่วนการซ้ำต่ำกว่า 10 % เช่นเดียวกับควิกซอร์ตของ [14]