บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอผลการทดลอง และนำผลการทดลองดังกล่าวนี้ไปวิเคราะห์ในบทที่ 5 จากนั้นนำไปสรุปในบทที่ 6 ของวิทยานิพนธ์

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดลอง

การทดลองเข้ารหัสทั้งหมดทำบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) ที่มีคุณลักษณะดังนี้

- คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล PC ยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น Vectra VE
  - หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Pentium II 400 MHz
  - หน่วยความจำ (RAM) 128 เมกะไบต์
  - ฮาร์ดดิสก์ ขนาด 8 กิกะไบต์ ATA66
- ระบบปฏิบัติการ Slackware Linux Kernel 2.2.6

เครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม

- ภาษา Perl version 5.005_03 build for i386-Linux
- ภาษา C GCC Version EGCS-2.91.66 19990314/Linux
- Shell script /bin/bash

4.2 ยูอาร์แอลในการทดลอง

ยูอาร์แอลที่ใช้ในการทดลองนำมาจากข้อมูลการใช้เว็บ สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างวันจันทร์ที่ 22 ถึงวันศุกร์ที่ 26 พฤศจิกายน 2542 ซึ่งเป็นช่วงเวลาเปิดภาคเรียน ข้อมูลการใช้เว็บที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของ Squid log file

ข้อมูลยูอาร์แอลที่จะใช้ในการวิจัย ผ่านการเตรียมข้อมูลดังนี้

1. คัดเฉพาะยูอาร์แอลออกจากข้อมูลการใช้เว็บ
2. คัดเฉพาะยูอาร์แอลที่สามารถถูกแคชได้เท่านั้น

   ในการพิจารณาว่ายูอาร์แอลใดสามารถแคชได้นั้น จะพิจารณาจากสตริงภายในยูอาร์แอลตามเงื่อนไขในหัวข้อ 3.2
3. คัดเฉพาะยูอาร์แอลที่ไม่ซ้ำกันเลย (unique URL)

ในการทดลองเข้ารหัสเพื่อหาความเร็วของแต่ละอัลกอริทึมจะใช้ยูอาร์แอลเฉพาะที่สามารถแคชได้เท่านั้น แต่อาจจะมียูอาร์แอลที่ซ้ำกันตามที่มีการเรียกขอจริง เพื่อให้ข้อมูลที่จะทำการเข้ารหัสใกล้เคียงกับสภาวะการทำงานจริงมากที่สุด ส่วนการวัดค่าความยาวของรหัสและปริมาณการชนกัน

ของข้อมูลจะใช้ข้อมูลยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และจะต้องไม่ซ้ำกัน เพื่อให้สามารถพิจารณาการชนกันของข้อมูลได้

4.2.1 จำนวนและความยาวยูอาร์แอล

การวิเคราะห์คุณลักษณะด้านความยาวของยูอาร์แอล จะใช้ยูอาร์แอลที่ผ่านการคัดให้เหลือเฉพาะยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้เท่านั้นมาพิจารณา เพื่อให้ได้ผลที่มีความใกล้เคียงกับสภาวะการทำงานจริงมากที่สุด จำนวนยูอาร์แอลทั้งหมดในแต่ละวัน และจำนวนยูอาร์แอลเฉพาะที่สามารถแคชได้ แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ความยาวยูอาร์แอล

Log file	จำนวนยูอาร์แอลทั้งหมด	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	ความยาวเฉลี่ย (ตัวอักษร)	ความยาวสูงสุด (ตัวอักษร)	ขนาดที่มีจำนวนยูอาร์แอลมากที่สุด (ตัวอักษร)	จำนวนที่ซ้ำกันสูงสุด (ยูอาร์แอล)
22 พ.ย. 2542	2,238,692	1,798,976	617,229	51.83	947	44	81,247
23 พ.ย. 2542	2,934,809	2,378,178	674,856	49.93	627	44	112,470
24 พ.ย. 2542	1,900,981	1,561,439	445,465	48.97	643	44	87,001
25 พ.ย. 2542	2,978,209	2,356,480	657,850	49.51	643	44	111,228
26 พ.ย. 2542	2,879,071	2,271,128	641,227	49.68	844	44	108,566

ความยาวเฉลี่ยยูอาร์แอล ความยาวสูงสุด ขนาดที่มีจำนวนยูอาร์แอลมากที่สุด และจำนวนยูอาร์แอลที่มีขนาดซ้ำกันสูงสุด ได้มาจากข้อมูลยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้ของข้อมูลการเรียกขอแต่ละวัน

ความยาวเฉลี่ย ได้มาจากการนำค่าความยาวของยูอาร์แอลทั้งหมดที่สามารถแคชได้ของวันที่ระบุมาหาค่าเฉลี่ย หน่วยเป็น ตัวอักษร (characters)

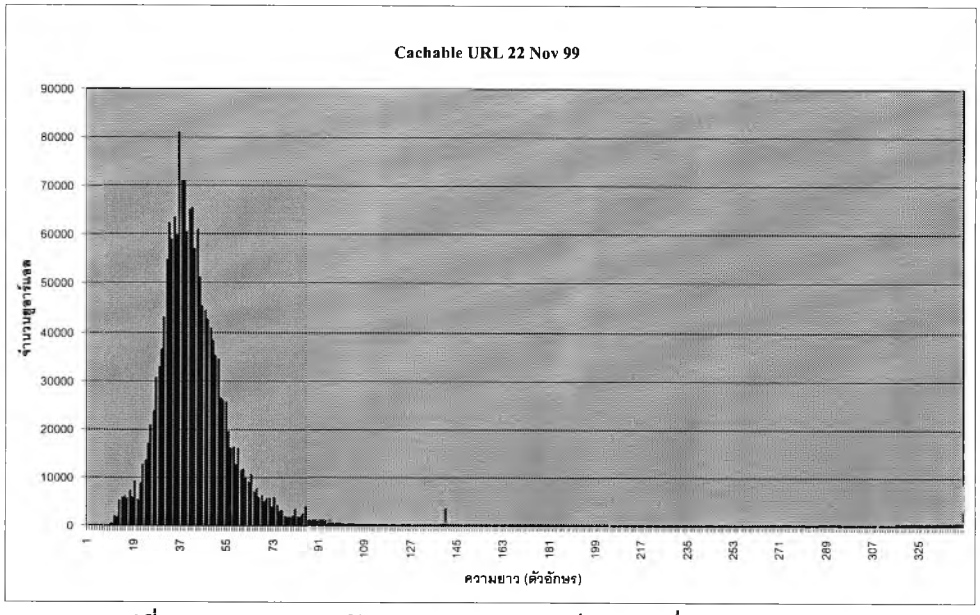
ความยาวสูงสุด คือ ค่าความยาวยูอาร์แอลที่มากที่สุดในวันนั้น หน่วยเป็นตัวอักษร (characters)

ขนาดที่มีจำนวนยูอาร์แอลมากที่สุด คือ ความยาวที่มีจำนวนยูอาร์แอลตามขนาดดังกล่าวนี้จำนวนมากที่สุด หน่วยเป็น ตัวอักษร (characters)

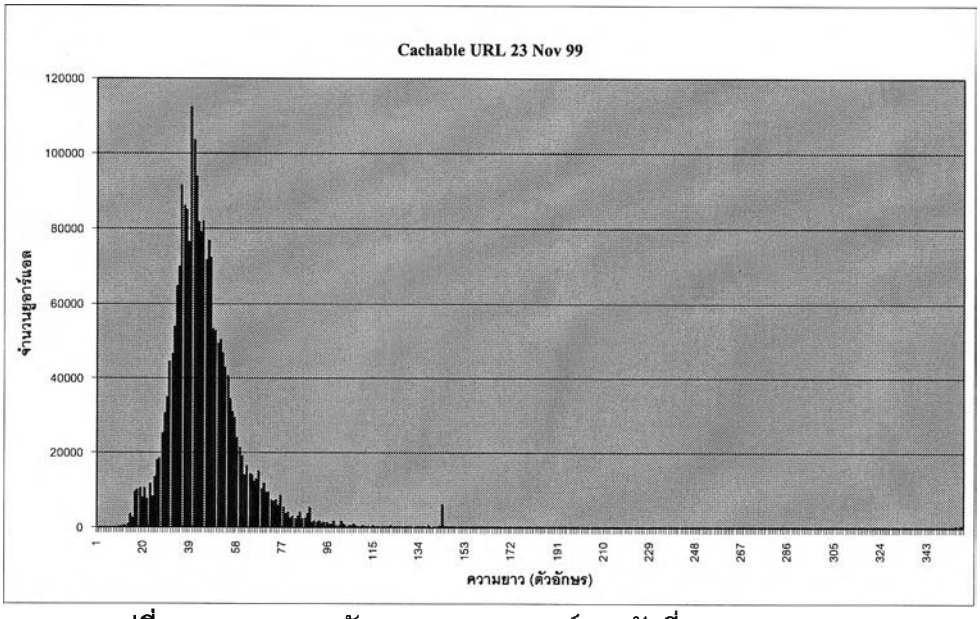
จำนวนที่ซ้ำกันสูงสุด คือ จำนวนยูอาร์แอลที่มีขนาดตามหัวข้อที่ผ่านมา หน่วยเป็นยูอาร์แอล

ฮิสโตแกรมของความยาวยูอาร์แอลในแต่ละวันแสดงในรูปที่ 4.1 ถึง 4.5

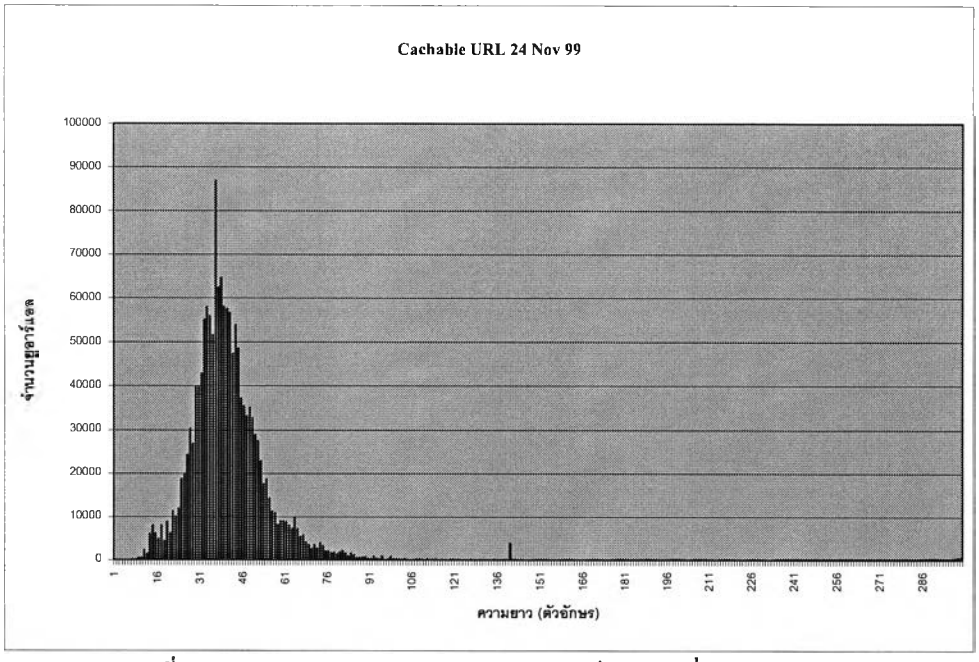
4.2.2 ฮิสโตแกรมของความยาวยูอาร์แอล



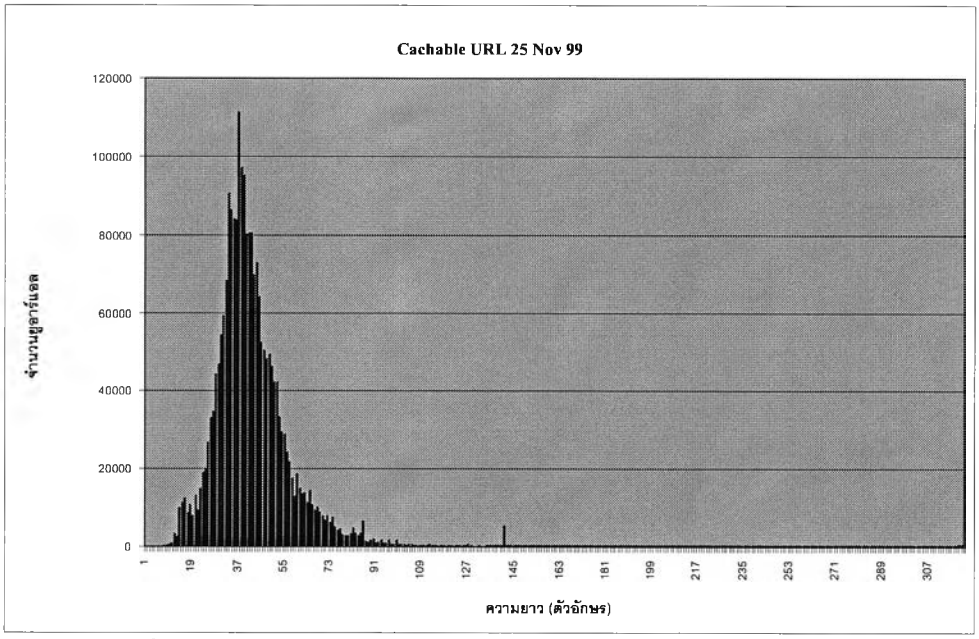
รูปที่ 4.1 **การกระจายตัวของความยาวยูอาร์แอลวันที่** 22 **พ.ย.** 2542



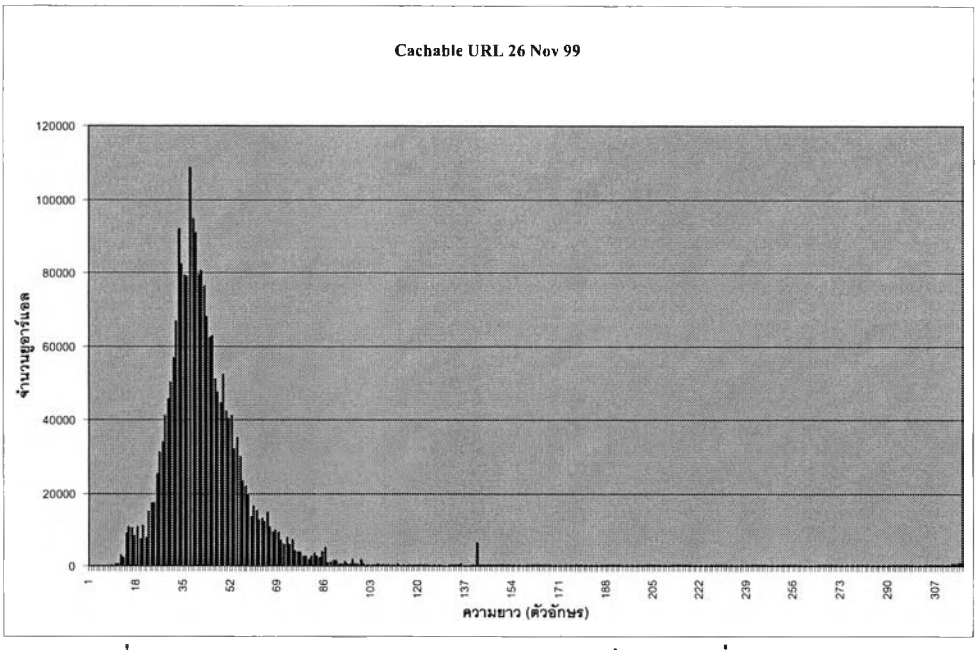
รูปที่ 4.2 **การกระจายตัวของความยาวยูอาร์แอลวันที่** 23 **พ.ย.** 2542



รูปที่ 4.3 การกระจายตัวของความยาวยูอาร์แอลวันที่ 24 พ.ย. 2542



รูปที่ 4.4 การกระจายตัวของความยาวยูอาร์แอลวันที่ 25 พ.ย. 2542



รูปที่ 4.5 การกระจายตัวของความยาวยูอาร์แอลวันที่ 26 พ.ย. 2542

4.3 ผลการทดลองเข้ารหัสยูอาร์แอลแยกตามอัลกอริทึม

การทดลองเข้ารหัสเพื่อหาความเร็วในการเข้ารหัสใช้ข้อมูลยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้เท่านั้น แต่ยังไม่มีการตัดยูอาร์แอลที่ซ้ำออก เพื่อจำลองภาวะการทำงานจริงซึ่งมีการเรียกขอยูอาร์แอลที่ซ้ำๆ กัน (เนื่องจากเว็บไซต์ดังกล่าวเป็นที่นิยม) ผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

4.3.1 อัลกอริทึมในกลุ่ม MD

ผลการเข้ารหัสของอัลกอริทึมในกลุ่ม MD แสดงในตาราง 4.2 ถึง 4.5 โดยค่าต่างๆ มีความหมายดังนี้

Avg. Time หมายถึง ค่าเวลาเฉลี่ยที่ได้จาก การเฉลี่ยเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการเข้ารหัสยูอาร์แอลของวันนั้นๆ จำนวน 5 รอบ (Average Total Encoding Time) หน่วยเป็น ไมโครวินาที (microsecond)

Max Time per line หมายถึง เวลาที่มากที่สุดที่ใช้ในการเข้ารหัสยูอาร์แอล 1 ยูอาร์แอล จากเวลาที่มากที่สุดในการทดลองจำนวน 5 รอบ หน่วยเป็น ไมโครวินาที (microsecond)

Min time per line หมายถึง เวลาที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการเข้ารหัสยูอาร์แอล 1 ยูอาร์แอล จากเวลาที่น้อยที่สุดในการทดลองจำนวน 5 รอบ หน่วยเป็น ไมโครวินาที (microsecond)

ความยาวรหัสที่ได้จากอัลกอริทึมในกลุ่ม MD นี้ จะมีความยาวคงที่ กล่าวคือ MD2, MD4 และ MD5 จะได้ผลลัพธ์ที่มีความยาว 128 บิต และ SHA-1 จะได้ผลลัพธ์ที่มีความยาว 160 บิต

คงที่ไม่ว่าข้อมูลที่นำมาเข้ารหัสจะมีความยาวเท่าใด ส่วนผลการชนกันของข้อมูลได้มาจากการใช้โปรแกรมนับจำนวนรหัสที่ซ้ำกันของผลลัพธ์ที่ได้จากการเข้ารหัส หน่วยของการชนกันจะเป็นจำนวนครั้งที่เกิดการชน

ตารางที่ 4.2 เวลาที่ใช้ในการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม MD2

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	Avg. Time (microsec.)	Average time per line (microsec.)	MD Length (bits)	Max. time per line (microsec.)	Min. time per line (microsec.)	Collision (Times)
22-Nov-99	1,798,976	305,286,955.40	169.70	128	8,270	72	0
23-Nov-99	2,378,178	393,521,123.80	165.47	128	8,213	72	0
24-Nov-99	1,561,439	255,106,827.40	163.38	128	7,836	72	0
25-Nov-99	2,356,480	387,652,137.20	164.50	128	6,329	72	0
26-Nov-99	2,271,128	374,346,955.80	164.83	128	8,247	72	0

ตารางที่ 4.3 เวลาที่ใช้ในการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม MD4

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	Avg. Time (microsec.)	Average time per line (microsec.)	MD Length (bits)	Max. time per line (microsec.)	Min. time per line (microsec.)	Collision (Times)
22-Nov-99	1,798,976	11,420,497.80	6.35	128	10,857	5	0
23-Nov-99	2,378,178	14,858,464.40	6.25	128	11,660	5	0
24-Nov-99	1,561,439	9,644,932.60	6.18	128	14,572	5	0
25-Nov-99	2,356,480	14,686,653.40	6.23	128	11,896	5	0
26-Nov-99	2,271,128	14,197,396.00	6.25	128	9,462	5	0

ตารางที่ 4.4 เวลาที่ใช้ในการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม MD5

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	Avg. Time (microsec.)	Average time per line (microsec.)	MD Length (bits)	Max. time per line (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (Times)
22-Nov-99	1,798,976	11,912,754.00	6.62	128	12,933	5	0
23-Nov-99	2,378,178	15,508,675.60	6.52	128	13,187	5	0
24-Nov-99	1,561,439	10,051,722.20	6.44	128	13,745	5	0
25-Nov-99	2,356,480	15,323,967.40	6.50	128	11,972	5	0
26-Nov-99	2,271,128	14,811,415.20	6.52	128	9,613	5	0

ตารางที่ 4.5 เวลาที่ใช้ในการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม SHA-1

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	Avg. Time (microsec.)	Average time per line (microsec.)	MD Length (bits)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (Times)
22-Nov-99	1,798,976	14,987,102.20	8.33	160	11,643	6	0
23-Nov-99	2,378,178	19,393,915.60	8.15	160	10,651	6	0
24-Nov-99	1,561,439	12,537,026.80	8.03	160	11,369	6	0
25-Nov-99	2,356,480	19,159,425.00	8.13	160	10,978	6	0
26-Nov-99	2,271,128	18,548,665.20	8.17	160	10,645	6	0

4.3.2 ผลการทดลองเข้ารหัสยูอาร์แอลด้วยอัลกอริทึมในกลุ่ม CRC

ผลการทดลองเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึมในกลุ่ม CRC แสดงในตารางที่ 4.6 ถึง 4.8 ความยาวของผลลัพธ์หรือรหัสที่ได้มีค่าคงที่ CRC-16 และ CRC-CCITT ได้ผลลัพธ์ที่มีความยาว 16 บิต CRC-32 ได้ผลลัพธ์ที่มีความยาว 32 บิต ความหมายของค่าในแต่ละคอลัมน์มีความหมายเช่นเดียวกันกับผลการทดลองในกลุ่ม MD เว้นแต่มีการแสดงจำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย (uniqe cacheable URL) เอาไว้ด้วย เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการชนกันของรหัสที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 4.6 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม CRC-16

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (Times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	5,896,622.00	3.28	6,215	1	551,692
23-Nov-99	2,378,178	674,856	7,661,670.00	3.22	716	1	609,310
24-Nov-99	1,561,439	445,465	4,950,051.40	3.17	7,071	1	380,004
25-Nov-99	2,356,480	657,850	7,545,617.80	3.20	2,050	1	592,304
26-Nov-99	2,271,128	641,227	7,274,512.80	3.20	2,435	1	575,686

ตารางที่ 4.7 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม CRC-CCITT

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	5,421,884.00	3.01	8,843	1	551,693
23-Nov-99	2,378,178	674,856	7,051,181.80	2.96	810	1	609,311
24-Nov-99	1,561,439	445,465	4,556,142.40	2.92	3,217	1	380,012
25-Nov-99	2,356,480	657,850	6,934,093.40	2.94	3,600	1	592,309
26-Nov-99	2,271,128	641,227	6,695,541.00	2.95	26,057	1	575,685

ตารางที่ 4.8 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม CRC-32

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	6,482,307.60	3.60	7,606	1	50
23-Nov-99	2,378,178	674,856	8,414,089.00	3.54	1,230	1	53
24-Nov-99	1,561,439	445,465	5,442,349.60	3.49	8,636	1	14
25-Nov-99	2,356,480	657,850	8,283,247.80	3.52	2,297	1	36
26-Nov-99	2,271,128	641,227	7,994,965.80	3.52	5,277	1	52

4.3.3 ผลการเข้ารหัสยูอาร์แอลด้วยฟังก์ชันแฮชอย่างง่าย

อัลกอริทึมในกลุ่มนี้แบ่งตามลักษณะความยาวของรหัสที่ได้ เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่มีความยาวรหัสคงที่ ซึ่งได้มีการกำหนดความยาวรหัสไว้ล่วงหน้า เป็น 2, 4, 8 และ 16 ไบต์ ได้แก่ Digit Analysis Method และ Folding Method ส่วนอีกประเภทหนึ่ง คือ ประเภทที่มีรหัสความยาวไม่คงที่ ได้แก่ Midsquare Method และ Division Method ในการแสดงผลนั้น อัลกอริทึมที่มีความยาวรหัสไม่คงที่ จะแสดงผลการวิเคราะห์ความยาวรหัสไว้ด้วย

4.3.3.1 อัลกอริทึม Digit Analysis Method

อัลกอริทึม Digit Analysis Method ถูกกำหนดให้มีขนาดของผลลัพธ์ 4 ขนาด คือ 2, 4, 8 และ 16 ไบต์ ทำการทดลองทั้งสิ้น 5 ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้แสดงในตารางที่ 4.9 ถึง 4.12

ตารางที่ 4.9 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Digit Analysis ที่มีขนาดรหัส 2 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	2,391,090.60	1.33	8,862	1	616,208
23-Nov-99	2,378,178	674,856	3,174,062.40	1.33	555	1	673,778
24-Nov-99	1,561,439	445,465	2,073,582.20	1.33	6,734	1	444,473
25-Nov-99	2,356,480	657,850	3,139,246.80	1.33	2,460	1	656,791
26-Nov-99	2,271,128	641,227	3,046,551.20	1.34	133,806	1	640,189

ตารางที่ 4.10 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Digit Analysis ที่มีขนาดรหัส 4 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	2,411,358.00	1.34	8,387	1	606,456
23-Nov-99	2,378,178	674,856	3,201,920.00	1.35	510	1	663,074
24-Nov-99	1,561,439	445,465	2,094,678.60	1.34	9,782	1	436,130
25-Nov-99	2,356,480	657,850	3,166,344.20	1.34	2,551	1	645,965
26-Nov-99	2,271,128	641,227	3,047,492.60	1.34	1,996	1	629,547

ตารางที่ 4.11 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Digit Analysis ที่มีขนาดรหัส 8 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	2,493,897.20	1.39	5,321	1	590,861
23-Nov-99	2,378,178	674,856	3,309,850.40	1.39	5,400	1	645,212
24-Nov-99	1,561,439	445,465	2,164,271.00	1.39	1,746	1	423,344
25-Nov-99	2,356,480	657,850	3,278,395.40	1.39	1,843	1	627,780
26-Nov-99	2,271,128	641,227	3,153,206.20	1.39	2,138	1	612,267

ตารางที่ 4.12 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Digit Analysis ที่มีขนาดรหัส 16 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	2,621,597.80	1.46	9,048	1	502,039
23-Nov-99	2,378,178	674,856	3,468,525.60	1.46	9,534	1	543,156
24-Nov-99	1,561,439	445,465	2,278,302.80	1.46	15,794	1	350,883
25-Nov-99	2,356,480	657,850	3,430,898.80	1.46	9,133	1	523,942
26-Nov-99	2,271,128	641,227	3,308,692.40	1.46	9,466	1	513,334

4.3.3.2 อัลกอริทึม Folding Method

ผลการทดลองของอัลกอริทึม Folding Method แสดงในตารางที่ 4.13 ถึง 4.16

ตารางที่ 4.13 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Folding Method ที่มีขนาดรหัส 2 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	6,124,145.60	3.40	6,831	1	600,772
23-Nov-99	2,378,178	674,856	7,941,441.00	3.34	2,486	1	658,359
24-Nov-99	1,561,439	445,465	5,133,305.60	3.29	6,123	1	428,998
25-Nov-99	2,356,480	657,850	7,822,236.60	3.32	6,374	1	641,345
26-Nov-99	2,271,128	641,227	7,551,676.60	3.33	69,651	1	624,775

ตารางที่ 4.14 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Folding Method ที่มีขนาดรหัส 4 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	5,902,333.80	3.28	8,563	1	4,934
23-Nov-99	2,378,178	674,856	7,642,527.00	3.21	1,781	1	5,144
24-Nov-99	1,561,439	445,465	4,951,312.80	3.17	10,165	1	2,771
25-Nov-99	2,356,480	657,850	7,531,299.00	3.20	2,341	1	4,771
26-Nov-99	2,271,128	641,227	7,267,725.20	3.20	2,910	1	5,292

ตารางที่ 4.15 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Folding Method ที่มีขนาดรหัส 8 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	5,876,163.60	3.27	25,571	1	1,200
23-Nov-99	2,378,178	674,856	7,607,884.80	3.20	4,275	1	1,556
24-Nov-99	1,561,439	445,465	4,939,923.00	3.16	13,106	1	564
25-Nov-99	2,356,480	657,850	7,501,057.20	3.18	6,364	1	1,071
26-Nov-99	2,271,128	641,227	7,243,260.40	3.19	7,817	1	2,028

I20608706

ตารางที่ 4.16 **ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม** Folding Method **ที่มีขนาดรหัส** 16 **ไบต์**

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	5,913,978.80	3.29	10,508	1	181
23-Nov-99	2,378,178	674,856	7,654,649.60	3.22	11,101	1	444
24-Nov-99	1,561,439	445,465	4,968,064.00	3.18	11,542	1	151
25-Nov-99	2,356,480	657,850	7,546,851.20	3.20	9,880	1	199
26-Nov-99	2,271,128	641,227	7,286,554.60	3.21	9,351	1	216

4.3.3.3 **อัลกอริทึม** Midsquare Method

ดังที่ได้กล่าวไว้ว่า รหัสที่ได้จากการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Midsquare method นั้นมีความยาวไม่คงที่ ดังนั้นนอกจากจะแสดงผลการทดลองเป็นตารางในลักษณะเดียวกันกับอัลกอริทึมอื่นๆ แล้ว ยังได้แสดงผลจากการวิเคราะห์ความยาวรหัสเอาไว้ด้วย ในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.17 **ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม** Midsquare Method

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	4,402,687.40	2.45	8,916	1	215,637
23-Nov-99	2,378,178	674,856	5,785,165.20	2.43	5,159	1	230,610
24-Nov-99	1,561,439	445,465	3,781,067.00	2.42	8,583	1	143,462
25-Nov-99	2,356,480	657,850	5,725,670.20	2.43	5,098	1	220,012
26-Nov-99	2,271,128	641,227	5,522,052.60	2.43	4,458	1	210,625

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ความยาวรหัสที่ได้จาก Midsquare Method

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	ความยาวรหัสเฉลี่ย (ตัวอักษร)	ความยาวรหัสสูงสุด (bytes)	ค่าความยาวที่ซ้ำกันสูงสุด (ตัวอักษร)	จำนวนครั้งที่ซ้ำกันสูงสุด (ครั้ง)
22-Nov-99	617,229	13.14	16	16	152,386
23-Nov-99	674,856	13.11	16	16	172,843
24-Nov-99	445,465	12.98	16	16	101,413
25-Nov-99	657,850	13.05	16	16	160,456
26-Nov-99	641,227	13.09	16	16	162,373

4.3.3.4 อัลกอริทึม Division Method

ผลการเข้ารหัสของ Division Method มี 2 ตาราง คือ ผลการทดลองที่ใช้ตัวหารขนาด 2 ไบต์ และผลการทดลองที่ใช้ตัวหารขนาด 4 ไบต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.19 และ 4.21 และผลการวิเคราะห์ความยาวของรหัสแสดงในตาราง 4.20 และ 4.22

ตารางที่ 4.19 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Division Method ขนาดตัวหาร 2 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	6,380,343.80	3.55	8,184	1	69,431
23-Nov-99	2,378,178	674,856	8,383,423.60	3.53	7,662	1	82,829
24-Nov-99	1,561,439	445,465	5,470,514.20	3.50	8,497	1	45,565
25-Nov-99	2,356,480	657,850	8,275,484.40	3.51	5,905	1	73,697
26-Nov-99	2,271,128	641,227	7,994,493.40	3.52	8,091	1	71,769

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ความยาวรหัสที่ได้จาก Division Method ขนาดตัวหาร 2 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	ความยาวรหัสเฉลี่ย (ตัวอักษร)	ความยาวรหัสสูงสุด (bytes)	ค่าความยาวที่ซ้ำกันสูงสุด (ตัวอักษร)	จำนวนครั้งที่ซ้ำกันสูงสุด (ครั้ง)
22-Nov-99	617,229	13.14	16	16	152,386
23-Nov-99	674,856	13.11	16	16	172,843
24-Nov-99	445,465	12.98	16	16	101,413
25-Nov-99	657,850	13.05	16	16	160,456
26-Nov-99	641,227	13.09	16	16	162,373

ตารางที่ 4.21 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Division Method ขนาดตัวหาร 4 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	6,373,756.00	3.54	10,117	1	47,428
23-Nov-99	2,378,178	674,856	8,368,486.20	3.52	10,187	1	63,544
24-Nov-99	1,561,439	445,465	5,472,832.00	3.50	13,649	1	33,796
25-Nov-99	2,356,480	657,850	8,275,605.40	3.51	13,403	1	54,884
26-Nov-99	2,271,128	641,227	7,977,961.80	3.51	12,343	1	54,500

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ความยาวรหัสที่ได้จาก Division Method ขนาดตัวหาร 4 ไบต์

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	ความยาวรหัสเฉลี่ย (ตัวอักษร)	ความยาวรหัสสูงสุด (bytes)	ค่าความยาวที่ซ้ำกันสูงสุด (ตัวอักษร)	จำนวนครั้งที่ซ้ำกันสูงสุด (ครั้ง)
22-Nov-99	617,229	26.29	32	32	152,386
23-Nov-99	674,856	26.23	32	32	172,843
24-Nov-99	445,465	25.96	32	32	101,413
25-Nov-99	657,850	26.10	32	32	160,456
26-Nov-99	641,227	26.18	32	32	162,373

4.3.4 ผลการทดลองเข้ารหัสยูอาร์แอลด้วยอัลกอริทึม Huffman Coding

อัลกอริทึม Huffman Coding ได้ผลลัพธ์เป็นรหัสที่มีความยาวไม่คงที่เช่นเดียวกับ Midsquare method และ Division Method ดังนั้นผลการทดลองของ Huffman Coding จะแบ่งเป็นส่วนที่แสดงเวลาที่ใช้ในการเข้ารหัสซึ่งแสดงในตารางที่ 4.23 และความยาวของรหัสซึ่งแสดงในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.23 ผลการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึม Huffman Coding

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่เข้ารหัส	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	Avg. Time (microsec.)	Avg. time per line (microsec.)	Max. time (microsec.)	Min. time (microsec.)	Collision (times)
22-Nov-99	1,798,976	617,229	23,898,270.80	13.28	13,427	3	0
23-Nov-99	2,378,178	674,856	30,574,542.40	12.86	13,171	2	0
24-Nov-99	1,561,439	445,465	19,695,831.20	12.61	12,925	3	0
25-Nov-99	2,356,480	657,850	30,049,084.60	12.75	13,462	3	0
26-Nov-99	2,271,128	641,227	29,050,326.60	12.79	13,531	2	0

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ความยาวรหัสที่ได้จาก Huffman Coding

Log	จำนวนยูอาร์แอลที่สามารถแคชได้และไม่ซ้ำกันเลย	ความยาวรหัสเฉลี่ย (ตัวอักษร)	ความยาวรหัสสูงสุด (bytes)	ค่าความยาวที่ซ้ำกันสูงสุด (bytes)	จำนวนครั้งที่ซ้ำกันสูงสุด (ครั้ง)
22-Nov-99	617,229	37.83	679	32	32,669
23-Nov-99	674,856	38.22	600	32	35,084
24-Nov-99	445,465	37.17	500	32	24,081
25-Nov-99	657,850	37.64	500	32	35,013
26-Nov-99	641,227	37.76	618	32	33,794