

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการทดสอบสายงานควบคุมของโปรแกรมภาษาซี โดยแทรกตัวนับลงใน ช่วงต้นของเส้นทางตัดสินใจ (Decision to Decision Path) แล้วนำค่าของตัวนับที่ได้ จัดทำเป็นรายงานสถิติเพื่อใช้วิเคราะห์ต่อไป

ในการวิจัยใช้โปรแกรม ftype.c เป็นข้อมูลในการทดลองโดยแทรกตัวนับลงใน เส้นทางตัดสินใจ และทุกๆโมดูล แล้วนำไปประมวลผล ซึ่งผลลัพธ์ดังแสดงไว้ ภาคผนวก ก. และจากผลการทดลองเราสามารถสรุปรวบรวมวิเคราะห์จัดทำเป็นรายงานสถิติใหม่ได้ดังตารางที่ 4.1 - 4.4 ดังนี้

ชื่อโมดูล	เส้นทางตัดสินใจ		
	ทั้งหมด	ที่ประมวลผล	ไม่ประมวลผล
main	53	47 (88.7%)	6 (11.3%)
write_fp2	2	1 (50.0%)	1 (50.0%)
skip_space	2	2 (100%)	0 (0.0%)
isspace_line	4	3 (75.0%)	1 (25.0%)
handle_space_line	0	-	-
iscomment	2	2 (100 %)	0 (0.0%)
handle_c_comment	14	9 (64.3%)	5 (35.7%)
is_preprocess_keywords	4	4 (100%)	0 (0.0%)
handle_preprocess_key	2	1 (50.0%)	1 (50.0%)
is_declare_keywords	6	5 (83.3%)	1 (16.7%)
handle_declare_key	2	2 (100%)	0 (0.0%)
is_statement_keywords	6	5 (83.3%)	1 (16.7%)
get_next_line	2	2 (100%)	0 (0.0%)

handle_asm_statement	0	-	-
handle_label_statement	8	4 (50.0%)	4 (50.0%)
handle_jump_statement	2	1 (50.0%)	1 (50.0%)
handle_statement_if	2	1 (50.0%)	1 (50.0%)
handle_statement_switch	2	1 (50.0%)	1 (50.0%)
handle_statement_while	2	1 (50.0%)	1 (50.0%)
handle_statement_do	0	-	-
handle_statement_for	2	1 (50.0%)	1 (50.0%)
handle_statement_else	0	-	-
handle_statement_sizeof	0	-	-
handle_string_literal	6	5 (83.3%)	1 (16.7%)
find_char	11	6 (54.5%)	5 (45.5%)
handle_single_quote	2	2 (100 %)	0 (0.0%)
handle_parenthesis	12	11 (91.7%)	1 (8.3%)
check_module	14	11 (78.6%)	3 (21.4%)
write_module	0	-	-
write_dd_path	0	-	-
รวม	162	127 (78.4%)	35 (21.6%)

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบร้อยละของจำนวนเส้นทางตัดสินใจที่ถูกประมวลผล และ
เส้นทางตัดสินใจที่ไม่ถูกประมวลผลของโปรแกรม ftype.c

ร้อยละประมวลผล ของเส้นทางตัดสินใจ	จำนวนของ เส้นทางตัดสินใจ	ร้อยละของ เส้นทางตัดสินใจ
$f = 0$	35	21.61
$0 < f \leq 1$	118	72.84
$1 < f \leq 5$	5	3.09
$5 < f \leq 10$	0	0.00
$10 < f \leq 20$	2	1.23

$20 < f \leq 50$	2	1.23
$50 < f \leq 100$	0	0.00
รวม	162	100.00

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบจำนวนของเส้นทางตัดสินใจที่ถูกประมวลผลในช่วงความถี่ต่างๆของโปรแกรม ftype.c

ร้อยละของจำนวนเส้นทางตัดสินใจที่ประมวลผล	จำนวนของโมดูล	ร้อยละของโมดูล
$0 < f \leq 20$	0	0.00
$20 < f \leq 40$	0	0.00
$40 < f \leq 60$	9	39.13
$60 < f \leq 80$	2	8.70
$80 < f \leq 100$	12	52.17
รวม	23	100.00

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบจำนวนของโมดูลที่มีจำนวนของเส้นทางตัดสินใจที่ถูกประมวลผลเป็นช่วงร้อยละต่างๆ ของโปรแกรม ftype.c

จากตารางที่ 4.1 - 4.3 จะเห็นว่าจำนวนโมดูล 17 โมดูล หรือคิดเป็นร้อยละ 56.67 ของจำนวนโมดูลทั้งหมดที่มีเส้นทางตัดสินใจอย่างน้อยหนึ่งเส้นทางที่ไม่ถูกประมวลผลเลย ซึ่งถือว่าเป็นอัตราส่วนที่สูง และจะเห็นว่าจำนวนของเส้นทางตัดสินใจ 35 เส้นทางที่ไม่ถูกประมวลผล หรือคิดเป็นร้อยละ 21.61 ของเส้นทางตัดสินใจทั้งหมด ซึ่งเป็นถือว่าอัตราส่วนที่สูงมาก นั่นเป็นการแสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่ใช้ทดสอบนั้นยังไม่เพียงพอจะต้องหาข้อมูลชุดใหม่มาทดสอบเพิ่มเติมเพื่อให้ทุกๆ ส่วนในโปรแกรม หรือทุกๆ เส้นทางของโปรแกรมผ่านการประมวลผลอย่างน้อยหนึ่งครั้ง

ชื่อโมดูล	ความถี่ในการประมวลผล	
	จำนวนครั้ง	ร้อยละ
main	1	0.00611
write_fp2	812	4.95999
skip_space	3818	23.32173
isspace_line	646	3.94600
handle_space_line	23	0.14049
iscomment	2869	17.52489
handle_c_comment	42	0.25655
is_preprocess_keywords	623	3.80551
handle_preprocess_key	11	0.06719
is_declare_keywords	2827	17.26834
handle_declare_key	65	0.39704
is_statement_keywords	2762	16.87130
get_next_line	681	4.15979
handle_asm_statement	0	0.00000
handle_label_statement	22	0.13438
handle_jump_statement	81	0.49478
handle_statement_if	52	0.31763
handle_statement_switch	5	0.03054
handle_statement_while	14	0.08552
handle_statement_do	1	0.00611
handle_statement_for	3	0.01833
handle_statement_else	1	0.00611
handle_statement_sizeof	0	0.00000
handle_string_literal	24	0.14660
find_char	169	1.03231
handle_single_quote	7	0.04276
handle_parenthesis	104	0.63527

check_module	515	3.14581
write_module	30	0.18325
write_dd_path	163	0.99566
รวม	16371	100.00000

ตารางที่ 4.4 ความถี่และอัตราส่วนร้อยละในการเรียกประมวลผลแต่ละโมดูล

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่ามี 2 โมดูลที่ไม่ถูกเรียกประมวลผล ซึ่งเมื่อกลับไปพิจารณาถึงโมดูลทั้งสองในโปรแกรม แล้วปรากฏว่าไม่มีการเรียกประมวลผลโมดูลทั้งสองเลย ดังนั้นเราสามารถที่จะตัดทั้งสองโมดูลนี้ออกจากโปรแกรมได้เลย

จากการวิจัยเราจะได้เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบโปรแกรมภาษาซี โดยการแทรกตัวนับลงในรหัสต้นฉบับภาษาซี เพื่อตรวจสอบการเรียกประมวลผลคำสั่ง เส้นทางตัดสินใจ และโมดูลในขณะทดสอบโปรแกรมด้วยข้อมูล แล้วจัดทำเป็นรายงานสถิติเพื่อบอกถึงความถี่ของการเรียกประมวลผลเพื่อให้ทราบว่าคำสั่ง เส้นทางตัดสินใจ หรือโมดูลใดบ้างที่ยังไม่ถูกประมวลผล หรือมีคำสั่งและโมดูลใดบ้างที่ถูกเรียกใช้บ่อย เพื่อนำไปปรับปรุงโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หรือตัดโมดูลที่ไม่จำเป็นออก และจะได้แน่ใจว่าทุกๆ ส่วนของโปรแกรมได้ถูกประมวลผล หรือทดสอบกับข้อมูลแล้ว

4.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยขั้นต่อไป

การวิจัยขั้นต่อไปที่น่าสนใจคือ การสร้างกรณีทดสอบ (Test-case generation) หรือการสร้างข้อมูล เพื่อใช้สำหรับทดสอบเส้นทางตัดสินใจแต่ละเส้นทาง โดยพิจารณาถึงตัวเงื่อนไขกำหนดเส้นทาง (Path predicate) แล้ววิเคราะห์ หรือสร้างข้อมูลที่สามารถทำให้ทุกๆคำสั่ง หรือทุกๆส่วนเส้นทางตัดสินใจ ถูกประมวลผลอย่างน้อยหนึ่งครั้ง