

## บทที่ 3

## ปัญหาและการแปลรหัสความคำสั่งลอจิคอลอีฟ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับแปลโปรแกรมภาษาฟอร์แทรนของเครื่องนี้แอส 2200/200 แบ่งออกเป็นโปรแกรมย่อย 158 โปรแกรม (ดูในภาคผนวก ก.) เมื่อต้องการใช้โปรแกรมใดก็จะเรียกโปรแกรมนั้นเข้าไปไว้ในหน่วยความจำ

รหัสความคำสั่งลอจิคอลอีฟ (Logical IF Statement)

รูปแบบของคำสั่ง IF ( e ) S

e เป็นข้อความที่มีความหมายในเชิงเปรียบเทียบ โดยปกติที่นิยมมี 6 ความหมาย คือ

ความหมาย	ข้อความที่ใช้ในคำสั่ง
เท่ากับ	.EQ.
ไม่เท่ากับ	.NE.
น้อยกว่า	.LT.
มากกว่า	.GT.
น้อยกว่าหรือเท่ากับ	.LE.
มากกว่าหรือเท่ากับ	.GE.

S เป็นรหัสความใด ๆ ก็ได้ ยกเว้นรหัสความคำสั่ง DO และรหัสความที่ไม่ใช้รหัสความปฏิบัติการ (Unexecutable Statement) และคำสั่ง IF

### ลักษณะของลอจิกคอลลิฟที่มีปัญหา

ในการทดลองเพื่อหาลักษณะของกระถางความลอจิกคอลลิฟที่เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ยอมรับ ได้ทดลองโดยใช้กระถางความต่าง ๆ ในโปรแกรมภาษาฟอร์แทรน (เท่าที่คู่มือเขียนโปรแกรมบ่งว่าสามารถใช้ได้) เป็นคำสั่งหลังของลอจิกคอลลิฟ ปรากฏว่าคำสั่งที่มีปัญหาเกิดเฉพาะกระถางความที่เป็นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Statement) ในการคำนวณตัวแปรชุด (Subscripted variable) คือเครื่องจะยอมรับเฉพาะตัวแปรชุดที่เป็น 1 มิติ (1-dimension) โดยที่ไม่มีการคำนวณภายในวงเล็บของตัวแปรชุดนั้น ดังกระถางความที่ 024, 032, 033 ในรูปที่ 3.1 แต่จะไม่ยอมรับ ถ้าตัวแปรชุด 1 มิตินั้นมีการคำนวณด้วย ดังกระถางความที่ 025, 031, 034, 036 ในรูป 3.1 และสำหรับตัวแปรชุด 2 มิติ (2-dimension) เครื่องจะไม่ยอมรับเลย ไม่ว่าจะมีการคำนวณในตัวแปรชุดหรือไม่ก็ตาม ดังกระถางความที่ 020, 021, 027 ในรูปที่ 3.1 คำสั่งที่ผิดพลาดเหล่านี้เครื่องจะฟ้องใน 2 ลักษณะ คือ

1. ถ้าในกระถางความลอจิกคอลลิฟที่เครื่องไม่ยอมรับนั้นมีตัวแปรชุดอยู่ทางซ้ายมือของเครื่องหมายเท่ากับ (=) เครื่องจะฟ้องควยรหัส 003 ซึ่งบ่งว่าไม่มีเครื่องหมาย = ในคำสั่งนั้น
2. ถ้าในกระถางความลอจิกคอลลิฟที่เครื่องไม่ยอมรับนั้นมีตัวแปรชุดอยู่ทางขวามือของเครื่องหมายเท่ากับ (=) เครื่องจะฟ้องควยรหัส 016 บ่งว่าไม่มีข้อมูลที่ใช่ในการคำนวณ

การฟ้องความผิดพลาดทั้งสองลักษณะนี้ แสดงว่าคำสั่งที่เขียนไม่สมบูรณ์ ที่ความถี่ว่ามีคำสั่งบางส่วนที่ไม่ได้รับการแปลจากตัวแปลโปรแกรม

```

001      DIMENSION ABCD(5),ABCDE(5),ABCDEF(5),AAAAAA(5,5),Q(5,5)
002      X=10.
003      D= 10 I=1,5
004      ABCD(I)=X
005      ABCDE(I)=X
006      1: ABCDEF(I)=X
007      D= 20 I=1,5
010      D= 20 J=1,5
011      AAAA(I,J)=X
012      2: Q(I,J)=X
013      A=3.
014      B=5.
016      C=
018      IF(A.LE.B) GO TO 1
017      IF(A.LT.B.AND.B.GE.C) STOP
020      IF(A.EQ.B)AAAAAA(1,1)=10.
021      IF(A.EQ.B)Q(1,1)=2.
022      1 D= 5 I=2,5
023      AAAAA(I-1,I)=6.
024      IF(C.EQ.B)CX=ABCD(I)
025      IF(C.EQ.B)ABCDEF(I-1)=4.
026      IF(C.EQ.B)Q(I,I)=45.
027      IF(C.EQ.B)Q(I,I-1)=5.
030      IF(C.EQ.B)AAAAAA(I,I)=20.
031      IF(C.GE.B)AX=ABCD(I-1)
032      IF(B.GE.C)BX=ABCDE(I)
033      IF(A.EQ.B)ABCDEF(I)=12.
034      IF(A.LT.C) ABCD(I)=ABCD(I-1)*2.
035      IF(C.GT.B) ABCDE(I)=ABCDE(I-1)*2.
036      IF(B.GE.C) ABCDEF(I)=ABCDEF(I-1)*2.
037      5 CONTINUE
040      WRITE(3,3) (ABCD(I),ABCDE(I),ABCDEF(I),I=1,5)
041      3) FORMAT(3F1.1)
042      STOP
043      END
IFN 020      ERROR 003
IFN 021      ERROR 003
IFN 025      ERROR 003
IFN 026      ERROR 003
IFN 027      ERROR 003
IFN 030      ERROR 003
IFN 031      ERROR 016
IFN 034      ERROR 016

```

```

IFN 035      ERROR 016
IFN 036      ERROR 016

```

รูป 3.1 แสดงลักษณะความผิดพลาดของวงจรความลจจคอลลีฟ

\*DATA

THIS JOB IS FATAL. THE FOLLOWING JOB WILL BE PROCESSED.

```

ACADR010*H D *
0 50ACASKP01 *H D
0050ACASTP010*H D
0050ACAI10010*H D
0 52ACAVIS01 *H D
0 59ACAMNA01 *H D

```

FORTRAN D. SYSTEM TAPE REVISION NUMBER 5.3

```

*JOBID,LIST MR. BOONSONG WATANAKIJ
JOB NAME *NONAM
JOB NAME *NONAM
JOB NAME *NONAM

```

FORTRAN 200 SOURCE LISTINGS AND DIAGNOSTICS PROGRAM: 000000

```

0 50ACACMP010*H D
0 53ACASPA010*H D
01 DIMENSION ABCD(5),ABCDE(5),ABCDEF(5),AAAAAA(5,5),Q(5,5)
0050ACADAR010*H D
0050ACAFIL010*H D
0 50ACADAT01 *H D
0 50ACAEF01 *H D
0 55ACAEDT01 *H D
002 X=100.
003 DO 10 I=1,5
004 ABCD(I)=X
005 ARCEDE(I)=X
006 1 ARCEDEF(I)=X
007 DO 20 I=1,5
010 DO 20 J=1,5
011 AAAAAA(I,J)=X
012 2 Q(I,J)=X
013 A=3.
014 B=5.
015 C=6.
016 IF(A.LE.B) GO TO 1
017 IF(A.LT.B.AND.B.GE.C) STOP
020 IF(A.EQ.B) AAAAAA(1,1)=10.
021 IF(A.EQ.B) Q(1,1)=2.
022 1 DO 5 I=2,5

```

รูป 3.2 แสดงข้อโปรแกรมการแปลที่ได้ในขั้นตอนการแปล

รูป 3.2 (ต่อ)

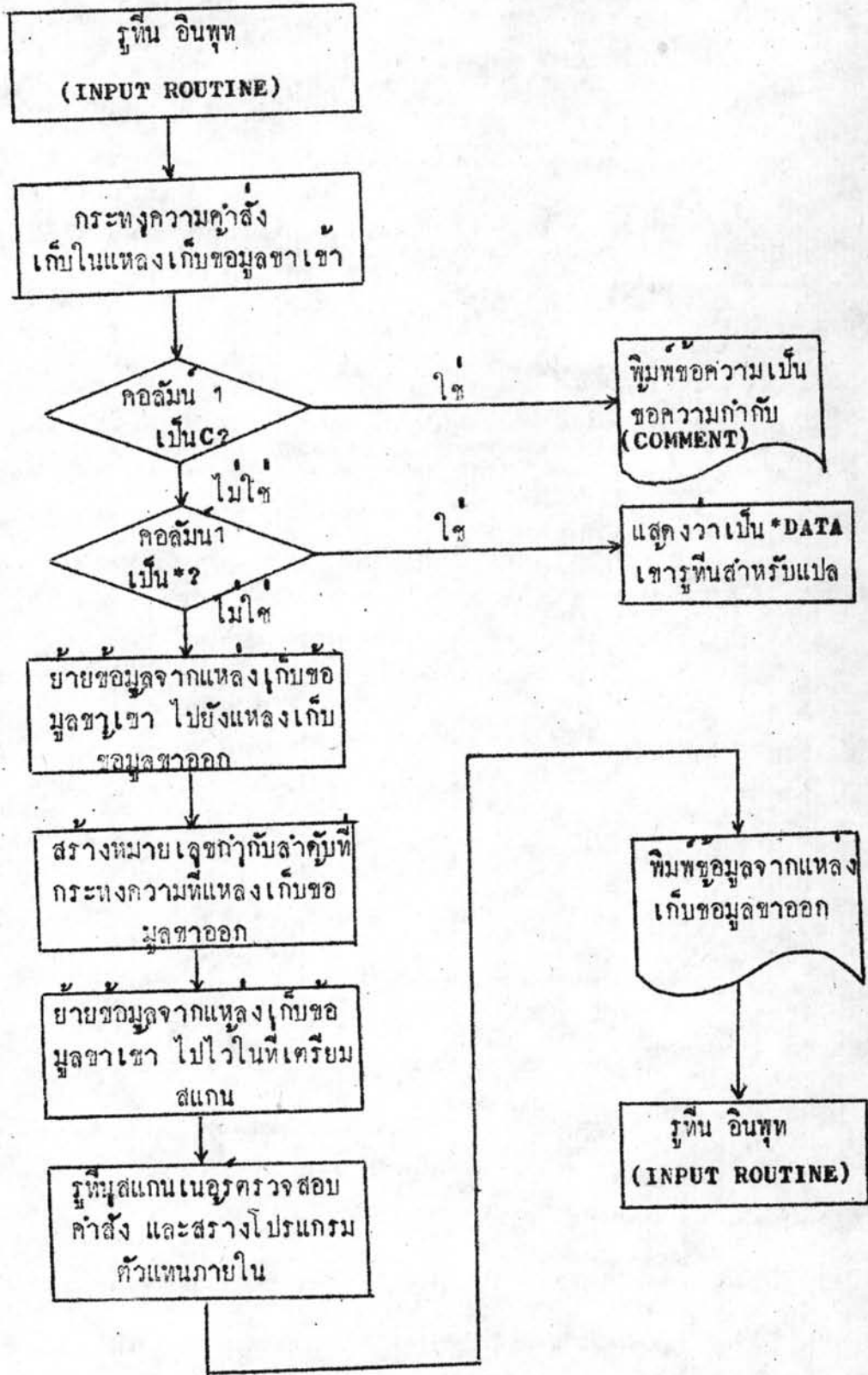
```

24 IF (C.EQ.B) ABCDEF(I-1)=4.
25 IF (C.EQ.B) CX=ABCD(I)
26 IF (C.EQ.B) Z(I,I)=45.
27 IF (C.EQ.B) Z(I,I-1)=5.
30 IF (C.EQ.B) AAAAAA(I,I)=20.
31 IF (C.GE.B) AX=ABCD(I-1)
32 IF (B.GE.C) BX=ABCDE(I)
33 IF (A.EQ.B) ABCDEF(I)=12.
34 IF (A.LT.C) ABCD(I)=ABCD(I-1)*2.
35 IF (C.GT.B) ABCDE(I)=ABCDE(I-1)*2.
36 IF (B.GE.C) ABCDEF(I)=ABCDE(I-1)*2.
37 5 CONTINUE
40 WRITE(3,30) (ABCD(I),ABCDE(I),BCDEF(I),I=1,5)
41 30 FORMAT(3F10.1)
42 STOP
43 END

```

- 0051ACASSA010\*H D
- 0058ACASSB010\*H D
- 051ACASSC01 \*H D
- 052ACACIA01 \*H D
- 0051ACACIB010\*H D
- 051ACAARA01 \*H D
- 050ACAARB01 \*H D
- 0052ACAGNA010\*H D
- 0050ACAGNB010\*H D
- 053ACAGNC01 \*H D
- 050ACALSA01 \*H D
- 050ACALSB01 \*H D
- 0050ACALSC010\*H D
- 0050ACALSD010\*H D
- 0053ACAMNB010\*H D

001409



รูป 3.3 แสดงการแปลกระทงความคำสั่ง

### การแปลซอสโปรแกรม

จากการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น การหาสาเหตุจึงมุ่งไปในทางการแปลคำสั่ง  
ผิดพลาด โค้ดกล่าวในบทที่ 2 แล้วว่า โดยทั่วไปของการแปลซอสโปรแกรม (Source  
Program) ทั้งหมดจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบโปรแกรมภายใน (Internal Form of  
Source Program) เสียก่อน ซึ่งจะถูกนำไปใช้เป็นตัวแทนของซอสโปรแกรมเดิมใน  
การแปลขั้นต่อไป ตามตัวอย่างโปรแกรมในรูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นถึงโปรแกรม  
คอมไพเลอร์ที่ใช้ในการแปลซอสโปรแกรมในขั้นเริ่มต้น

อธิบายโปรแกรมรูปที่ 3.2 หลังจากทีโปรแกรมการแปล ACAEDT ถูกเรียก  
เข้าหน่วยความจำแล้ว กระทั่งคำสั่งปฏิบัติการ (Executable Statement)  
จะถูกแปลและตรวจสอบความถูกต้องในการเขียนคำสั่งโดยวิธีการสแกน (Scan) Routine  
(Routine) การแปลในขั้นนี้เรียกสแกนเนอร์ (Scanner) กระทั่งความจะถูกสแกน  
ทีละกระโทงความพร้อมกับสร้างตัวแทนเป็นซอสโปรแกรมภายในไว้ในหน่วยความจำ เริ่ม  
จากตำแหน่ง (Address) ที่ 40000 เป็นต้นไป เมื่อเสร็จการสแกนก็จะส่งออกพิมพ์  
หลังจากสแกนหมดทุกกระโทงความแล้วจะได้ซอสโปรแกรมใหม่ อยู่ในหน่วยความจำ  
ซอสโปรแกรมเดิมก็จะหมดความจำเป็น

การฟ้องข้อผิดพลาดซึ่งไม่ใช่การเขียนคำสั่งผิด ถูกพิมพ์โดยโปรแกรม ACAARB  
ดังนั้นการที่ตัวแปลโปรแกรม แปลคำสั่งผิดพลาดควรที่จะเกิดได้ใน 2 ช่วง คือ

1. เกิดในช่วงที่แปลซอสโปรแกรมเดิมเป็นซอสโปรแกรมภายใน หรือ
2. เกิดในช่วงการแปลตั้งแต่ ACASSA ถึง ACAARB

### ซอสโปรแกรมภายใน (Internal Source Program)

เมื่อเสร็จการแปลของซอสโปรแกรม ACAEDT แล้วส่งพิมพ์ข้อมูลในหน่วย  
ความจำตั้งแต่ตำแหน่ง 40000 ออกมาดู เพื่อพิจารณาลักษณะของซอสโปรแกรมภายใน  
เปรียบเทียบกับซอสโปรแกรมเดิม ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5

```

001      DIMENSION ABCD(5),ABCDE(5),ABCDEF(5),AAAAAA(5,5),Q(5,5)
002      X=100.
003      DO 10 I=1,5
004      ABCD(I)=X
005      ABCDE(I)=X
006      10 ABCDEF(I)=X
007      DO 20 I=1,5
010      DO 20 J=1,5
011      AAAAAA(I,J)=X
012      20 Q(I,J)=X
013      A=3.
014      B=5.
015      C=6.
016      IF(A.LE.B) GO TO 1
017      IF(A.LT.B.AND.B.GE.C) STOP
020      IF(A.EQ.B)AAAAAA(1,1)=10.
021      IF(A.EQ.B)Q(1,1)=2.

```



### รูป 3.4 แสดงข้อสัโปรแกรมเดิม

ข้อสัโปรแกรมในรูป 3.4 เมื่อแปลงเป็นข้อสัโปรแกรมภายในแล้วจะเป็น

40000	R	0020
40002	W	4075
40004	W	24
40005	W	137513
40010	W	77
40011	R	0030
40013	W	7500007506750174747501
40026	W	77
40027	R	0040
40031	W	407625
40034	W	620506
40037	W	34



40040	W	137524
40043	W	77
40044	R	0050
40046	W	407610
40051	W	627506
40054	W	34
40055	W	137524
40060	W	77
40061	R	0060
40063	W	407572
40066	W	627506
40071	W	34
40072	W	137524
40075	W	77
40076	R	0070
40100	W	7500077506750174747501
40113	W	77
40114	R	0100
40116	W	7500077467750174747501
40131	W	77
40132	R	0110
40134	W	407554
40137	W	620506
40142	W	737467
40145	W	34
40146	W	137524
40151	W	77
40152	R	0120
40154	W	407540
40157	W	627406
40162	W	737467
40165	W	34
40166	W	137524

40171	W	77
40172	R	0130
40174	W	407462
40177	W	137453
40202	W	77
40203	R	0140
40205	W	407446
40210	W	137437
40213	W	77
40214	R	0150
40216	W	407432
40221	W	137423
40224	W	77
40225	W	0160
40227	W	507462
40232	W	447446
40235	W	77
40236	R	0161
40240	W	61
40241	W	77
40242	R	0162
40244	W	720016
40247	W	77
40250	R	0170
40252	R	507462
40255	W	457446
40260	W	377446
40263	W	467432
40266	W	77
40267	R	0171
40271	W	61
40272	W	77
40273	R	0172

40275	W	67
40276	W	77
40277	R	0200
40301	W	507462
40304	W	507446
40307	W	77
40310	R	0201
40312	W	61
40313	W	77
40314	R	0202
40316	W	407554
40321	W	627501
40324	W	737501
40327	W	34
40330	W	137413
40333	W	77
40334	R	0210
40336	W	507462
40341	W	507446
40344	W	77
40345	R	0211
40347	W	61
40350	W	77
40351	R	0212
40353	W	407540
40356	W	627501
40361	W	737501
40364	W	34
40365	W	137404
40370	W	77

รูป 3.5 ขอสโปรแกรมภายในแปลงจากรูป 3.4

002	X = 100.	R	0020
	:	W	407524
	:	W	137513
	:	W	77
	:	:	:
	:	:	:
	:	:	:
	:	:	:
016	IF(A,LE,B) GOTO 1	R	0160
		W	507462
		W	447466
		W	77
		R	0106
		W	61
		W	77
		R	0162
		W	720016
		W	77

### รูป 3.6 ความสัมพันธ์ของข้อโปรแกรมภายนอกและภายในเครื่อง

- จากรูป 3.4, 3.5 และ 3.6 สรุปส่วนประกอบของข้อโปรแกรมภายในได้ดังนี้
- คำสั่งของข้อโปรแกรมภายในจะเริ่มเครื่องหมาย o (Record mark) และจบคำสั่งด้วย 77 (\$)
  - ในกรณีที่กระทงความของข้อโปรแกรมเดิมมีหลายคำสั่งประกอบกัน จะถูกแยกออกเป็นทีละคำสั่ง เช่น กระทงความที่ 016 ในรูป 3.6 โดยแต่ละคำสั่งเป็นอิสระต่อกัน
  - หมายเลขลำดับที่ของคำสั่งในข้อโปรแกรมภายในจะสัมพันธ์กับเลขที่กระทงความของข้อโปรแกรมเดิม แต่เลขที่คำสั่งของข้อโปรแกรมภายในจะเพิ่ม 0 ข้างท้ายเพื่อกรณีที่มีหลายคำสั่งในกระทงความเดียวกัน เช่น กระทงความ 016 ในรูปที่ 3.5

4. ชนิดของคำสั่งจะบอกด้วยรหัสตัวเลข 1 คู่ มีเครื่องหมาย word mark

เช่น (50) 7462 (44) 7466 (77)

หมายถึง IF (A.LE.B)

รหัส 50 แทนคำสั่ง IF

44 แทน น้อยกว่าหรือเท่ากับ (.LE.)

สำหรับเลขรหัสแทนคำสั่งหรือเครื่องหมาย คูในภาคผนวก ข.

5. จากตัวอย่างในข้อ 4. 7462 และ 7466 คือตำแหน่ง (Address)

ในหน่วยความจำที่เก็บตัว A และ B ตามลำดับ ตำแหน่งที่แท้จริงอยู่ที่ 17462 และ 17466 ซึ่งเดิมเป็นตำแหน่งที่อยู่ชั่วคราวในการแปลขั้นตอน

ต่อไป ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดไปไว้ในตารางต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความ

สะดวกและประหยัดพื้นที่หน่วยความจำ จึงคงเลขสองคู่หลังไว้ ส่วนคู่หน้า

จะเป็นตัวพารามิเตอร์ (Parameter) เวลาเรียกใช้

ดังนั้นขอโปรแกรมภายในก็คือโปรแกรมของเครื่องที่ถูกสร้างขึ้นมาจากโปรแกรมภาษาฟอร์แทรนที่ให้เข้าไป

เมื่อได้ศึกษาการแปลงขอโปรแกรมเดิมให้เป็นขอโปรแกรมภายในแล้ว ปรากฏว่าไม่พบข้อผิดพลาดในการแปลงแต่อย่างใด เพราะในขั้นนี้เป็นเพียงการแปลคำสั่ง จากตัวอักษรให้เป็นตัวเลขแทนเท่านั้น การพิจารณาหาข้อผิดพลาดในการแปลคำสั่งลอจิกคอลลีฟจึงต้องพิจารณาการแปลขั้นต่อไป

จุดผิดพลาดของการแปลคำสั่งลอจิกคอลลีฟ

จากหัวข้อก่อนทราบว่ากระบวนความที่มีหลายคำสั่ง เช่นลอจิกคอลลีฟเมื่อแปลงเป็นขอโปรแกรมภายในจะถูกแยกออกเป็นแต่ละคำสั่งเดี่ยว จากความนี้พอจะคาดได้ว่า ในทุกขั้นตอนของการแปล สภาพขอโปรแกรมภายในของคำสั่งสุดท้ายในลอจิกคอลลีฟย่อมคล้ายกับสภาพของคำสั่งลักษณะเดียวกับเมื่ออยู่โคด ๆ ตัวอย่างเช่น

## สภาพขอโปรแกรมภายในแปลจากรูป 3.5 โดยโปรแกรมการแปล ACAARB

40000	R	0020
40002	W	4075
40004	W	24
40005	W	137513
40010	W	77
40011	R	0030
40013	W	7500007506750174747501
40026	W	77
40027	R	0040
40031	W	407625
40034	W	62000001
40040	W	137524
40043	W	77
40044	R	0050
40046	W	407610
40051	W	62000001
40055	W	137524
40060	W	77
40061	R	0060
40063	W	407572
40066	W	62000001
40072	W	137524
40075	W	77
40076	R	0070
40100	W	7500077506750174747501
40113	W	77
40114	R	0100
40116	W	7500077467750174747501
40131	W	77
40132	R	0110
40134	W	407554

40137	W	62000000000001
40146	W	137524
40151	W	77
40152	R	0120
40154	W	407540
40157	W	62000000000001
40166	W	137524
40171	W	77
40172	R	0130
40174	W	407462
40177	W	137453
40202	W	77
40203	R	0140
40205	W	407446
40210	W	137437
40213	W	77
40214	R	0150
40216	W	407432
40221	W	137423
40224	W	77
40225	R	0160
40227	W	507462
40232	W	447446
40235	W	77
40236	R	0161
40240	W	61
40241	W	77
40242	R	0162
40244	W	720016
40247	W	77
40250	R	0170
40252	W	507462
40255	W	457446

40260	W	377446
40263	W	467432
40266	W	77
40267	R	0171
40271	W	61
40272	W	77
40273	R	0172
40275	W	67
40276	W	77
40277	R	0200
40301	W	507462
40304	W	507446
40307	W	77
40310	R	0201
40312	W	61
40313	W	77
40314	R	0202
40316	W	407554
40321	W	62000000750101
40330	W	137413
40333	W	77
40334	R	0210
40336	W	507462
40341	W	507446
40344	W	77
40345	R	0211
40347	W	61
40350	W	77
40351	R	0212
40353	W	407540
40356	W	62000000750101
40365	W	137404
40370	W	77

รูป 3.7 แสดงภาพข้อสัปรแกรมภายในก่อนตรวจ สอบความผิดปกติ



จากรูปที่ 3.1

$$011 \quad AAAAAA (I,J) = X$$

$$\text{และ} \quad 020 \quad IF (A.EQ.B) AAAAAA (1,1) = 10.$$

สภาพข้อโปรแกรมภายในของกระตงความที่ 011 ยอมคล้ายกับคำสั่ง AAAAAA(1,1) = 10. ของกระตงความที่ 020 ดังเห็นได้จากรูปที่ 3.5 คือคำสั่งที่ ①10 และ ②02 ตามลำดับ

จากสมมติฐานดังกล่าวจึงน่าจะเป็นไปได้ที่จะหาข้อผิดพลาดในการแปลจากสภาพของข้อโปรแกรมภายใน ในขณะที่คอมพิวเตอร์พิมพ์ข้อความแสดงความผิดพลาดของคำสั่งทราบมาแล้วว่าโปรแกรมที่พิมพ์ข้อความแสดงความผิดพลาด คือ ACAARB เมื่อถึงจากหน่วยความจำในตอนนี้ออกมาดู ข้อโปรแกรมภายในจะมีสภาพดังรูปที่ 3.7 (ดูรูปที่ 3.5 เปรียบเทียบ)

ในรูป 3.7 จะเห็นได้ว่าคำสั่งที่ ①10 และ ②02 ได้เกิดความแตกต่างขึ้นแล้ว ในคำสั่งที่ ①10 คำมีค่าและเครื่องหมายในวงเล็บของตัวแปรชุกถูกส่งไปไว้ในตารางเฉพาะ แต่ในคำสั่งที่ ②02 คำมีค่าที่ตำแหน่ง 7501 ไม่ได้ถูกส่งไป ส่วนเลข 62 ข้างหน้าหมายถึงวงเล็บเปิดของตัวแปรชุก เลขปิดท้ายหมายถึงวงเล็บปิด ถ้าเป็น 01 แสดงว่าเป็นตัวแปรชุกชุกแรกในคำสั่ง 02 หมายถึงตัวแปรชุกชุกที่สอง

ความผิดพลาดในขั้นนี้ สันนิษฐานได้ว่า ตามคำสั่งใน ②02 เมื่อตรวจพบวงเล็บเปิดแล้ว พบค่าตัวที่หนึ่ง ตามด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) แสดงว่าจะต้องมีค่าตัวที่สองก่อนปิดวงเล็บ แต่ปรากฏว่าไม่พบค่าตัวที่สอง เนื่องจากไม่ได้ถูกส่งไปไว้ในตาราง จึงเกิดเป็นความไม่ถูกต้องขึ้น สรุปแล้วนี่คือจุดผิดพลาดที่เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำตามคำสั่งลอจิคอลที่มันได้ ซึ่งโปรแกรมที่ใส่แปลส่วนนี้จะคงหาต่อไป