

中山科學研究院

計劃期末報告

計劃編號： NCS91-2623-7-009-017

即時軟體自動化驗證技術

(Automatic Verification on Real Time Software)

單位： 交通大學資訊工程系

主持人： 林正中

中華民國 91 年 1 月 7 日

目錄

一. 計劃執行結果概述	1
二. CC 子系統程式模組轉換.....	3
三. CC 子系統轉譯程式測試環境之建立.....	10
四. 全自動化軟體驗證環境之建立.....	31
五. 結語.....	33
六. 附錄.....	36

一. 計劃執行結果概述

計劃名稱：即時軟體自動化驗證技術

執行期間：91年1月1日至91年12月31日

本計劃執行內容包括兩部分

(1) 空電系統控制子系統(control computer, 以下稱cc子系統)所屬軟體模組轉譯未竟部分之完成，計141件。

(2) 於90年之另一相關計劃之基礎上，建立一強化之半自動軟體測試環境，以供轉譯程式模組之測試。

計劃執行成果應包括

- (1) 141件cc子系統所屬之C語言轉譯模組。
- (2) 有關(1)項各轉譯模組之說明文件，包括輸入參數，輸出參數，副程式呼叫，模組啟動方式及測試報告五部分。
- (3) 半自動軟體測試系統，針對單一轉譯模組進行驗證，再列出輸出參數在受測模組執行前後之結果以供對照。
- (4) 有關(3)項半自動測試系統之說明文件，含下列三項

- 軟體測試系統操作程序說明書。
- 測試系統程式設計說明文件，包括系統模組，模組介面資料傳遞規範及系統資料結構。
- 測試系統程式碼及程式維護說明文件。

由於計劃執行人力遲至 91 年 6 月中旬方有著落，全數四名研一新生乃全力投入 CC 子系統程式模組之轉譯，再由一位同學撥冗試行加強既有之軟體半自動驗證環境。計劃執行成果請參考“第二節 CC 子系統程式模組轉譯”與“第三節 CC 子系統轉譯程式測試環境之建立”之說明。此外在試做測試環境系統軟體的過程中，工作成員已體驗到原測試環境之規範未臻理想，並有更完善之構想可使測試環境達到全自動化之程度(詳見 第四節 全自動化軟體驗證環境之建立)。

二. CC 子系統程式模組轉換

CC 子系統程式模組依其功能分類之結構如下，各分組後數字代表所含程式模組數目，*表示已於相關先導計劃完成

CC	01_StartUp	7	*
	02_Avionics	57	
	03_ModeCtrl	73	*
	04_LRUCtrl	51	
	05_TrackProcess	5	
	06_DopplerBeam	7	
	07_RadarIP	3	
	08_Mdl	8	
	09_Detection	10	
	10_Diagnostic	73	
	11_1750Exec		*
	12_Ccdata		*

其中 11_1750Exec 所屬程式模組已於前其相關先導計劃完成，01_StartUp 和 03_ModeCtrl 則在 90 年度相關計劃完成轉譯，且經 C-編譯器和 12_Ccdata 所定義之 cc 子系統資料結構連結；惟尚未經餵入實測參數進行驗證。

本計劃於 91 年 6 月中旬覓妥四位研一新生後即著手進行除 10_Diagnostic 之外所有程式模組之轉譯。現已全數轉譯完畢，惟因實際從事時間甚為短促，該轉譯工作尚未能全數通過 C-編譯器之語法檢驗。

工作成員於轉譯過程中曾就 12_CCdata 中若干資料結構定義和相關之 11_1750Exec 中若干存取運作模組重加檢討，確認有重新定義之必要，諸如

- TCB 結構及相關之 task 程式模組參數資料之存取方式。
- 若干 I/O port(如 sensory switches)之位元資料存取方式及相關之運作模組。

總結 CC 子系統程式模組轉譯成果如下

- C 語言轉譯模組 141 檔 (尚未全數通過 C-編譯器語法檢驗，下列轉譯模組檔名後之 V 註記表示該檔業經編譯器語法檢驗通過；X 註記則否，原因多與既有資料結構之連結或硬體有關)。

02_Avionics

adjparam.c	V
azproc.c	V
ccstaxtr.c	V
ccvnum.c	X
chgrngsl.c	V
chgvelsl.c	V
cvtime.c	V
fmacmmod.c	V
fmadc041.c	V
fmaverr.c	V
fmavproc.c	X
fmciu041.c	V
fmciu042.c	V
fmdbspro.c	V
fmftproc.c	X
fmids041.c	V
fmids042.c	V
fmids043.c	V
fminproc.c	X
fmins041.c	X
fminsint.c	X
fminspro.c	V
fmnc041.c	X
fmnc042.c	V
fmnc043.c	V
fmnc044.c	V
fmnc046.c	X
fmmodcom.c	V
fmotproc.c	V
fmparchg.c	X
fmrcvswp.c	X
fmrdr001.c	V
fmrdr003.c	V
fmrdr004.c	X
fmrdr005.c	X
fmrdr022.c	X
fmrdr023.c	V
fmrdr024.c	X

fmrdr211.c	X
fmrdrmod.c	X
fmsttws.c	X
fmtelpro.c	X
fntimout.c	V
fntog211.c	V
fmtrk211.c	V
fntws211.c	V
fntwsdat.c	V
fmxmstp2.c	X
fmxmstp.c	X
ftmsghdr.c	X
gmsmproc.c	V
msgcsd.c	X
msgtws.c	V
rngproc.c	V
rpterr.c	V
rtdpmsg.c	V
trkparam.c	X

04_LRUCtrl

antait.c	X
antdbcli.c	V
antnamsp.c	V
antvssp.c	V
rtdpac.c	V
acmtsk.c	V
antasmb.c	V
antdbsp.c	V
antr.c	V
antws.c	V
rtdpasp.c	V
agrlock.c	V
antasms.c	V
antef.c	V
antsas.c	V
ccman.c	V

rtdpds.c	V
antacs.c	X
antaver.c	V
antgbox.c	V
antsmap.c	V
curman.c	V
antacslv.c	X
antbitp.c	X
antgir.c	V
antsmapx.c	V
cursnorm.c	V
antagr.c	X
antbox.c	V
antmpsea.c	V
antsmvr.c	V
lruantm.c	X
antair.c	X
antdbsa.c	V
antnams.c	V
antstby.c	V
lruan.c	V
antasmsp.c	V
cont50hz.c	V
cursaa.c	V
dopflbl.c	V
lrutcm.c	V
azelcen.c	V
currngaz.c	V
cursas.c	V
freezxy.c	V
maninit.c	V
rtdpss.c	X
samalt.c	V
scoutgen.c	X
stabcue.c	X
steerxy.c	X
sweepxy.c	X
symflgs.c	X

tcacq.c	X
ttecont.c	X
twscen.c	X
velcurs.c	X
reasym.c	V
rtdpaacq.c	V
rtdpfrz.c	V
rtdpmapx.c	V
rtdpmsa.c	V
rtdpnacq.c	V
rtdpnsp.c	V
rtdpsmtt.c	V
rtdpstby.c	V
rtdptws.c	V
rtdpvlos.c	X

05_TrackProcess

ccmaintp.c	V
tantoutp.c	V
trkprc.c	V
twsextrp.c	V
twsmaint.c	V

06_DopplerBean

ccpintp.c	V
dbsinsp.c	V
dbsinnsk.c	V
dbspausp.c	V
dbspdp.c	X
dbvalid.c	V

07_Radar

ripant.c	X
ripend.c	V

riprrdp.c	V
-----------	---

08_Mdl

mdl10.c	V
mdl1mes.c	V
mdl2040.c	V
mdl2mes.c	V
mdltime.c	V
rtdpmdl.c	V

10_Detection (10)

tcdet.c	X
tcdtelim.c	X
tcdtsort.c	X
tcdtvel.c	X
tcvsdet.c	X
tcvsdisc.c	X
tcvsort.c	X
twsdet.c	X
twsmmsg.c	V
twsturn.c	V

- 所有轉譯模組均尚未經餵入數據實測驗證，將於後續計畫(92 年度)全自動測試環境建立(預計不超過三月底)之後予以執行。
- 轉譯模組之各類說明文件有關輸入參數，輸出參數與附程式呼叫鏈等三項資料已告產生，測試報告部分則有待 92 年度計劃全自動測試環境建立後產生。

三. CC 子系統轉譯程式測試環境之建立

本計劃中軟體測試系統之設計規範係根據下列之使用者操作程序而訂定：

(1) 操作者由系統介面輸入

待測程式模阻擋名：`xx.c`。



(2) 系統產生待測程式模組所引用

參數檔：`xx_paraml.txt`，其中逐項列出

該模組所需輸入參數名稱並附相關提示。



(3) 操作者以 `text-editor` 將 `xx_paraml.txt`

內容改為 C 語言之

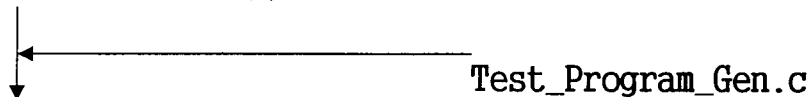
```
switch { case l: case_bodyl;
```

...

```
case k: case_bodyk;
```

```
} 指令形式，
```

產生 `xx_param_val.txt` 檔。



(4) 系統產生模組實測程式 `xx_run.c`。

↓

(5) 操作者透過編譯程序將 `xx_run.c` 轉成執行檔並加以執行。

↓

(6) 該執行檔執行後產生輸出參數報告：

`xx_rpt.txt`，其中詳列各輸出參數在各種測試狀況下執行前後數值內容之對照。

操作程序步驟說明：

- 步驟(2)中各參數相關提示包括參數形式(int, float, char, struct 等)和參數數值之上下限。
- 步驟(3)中每個 `case_body` 均由一組輸入參數(於 `xx_param1.txt` 給定)之 `assignment` 指令構成，代表待測模組之一種實測狀況。各個 `case_body k` ($k=1..n$) 之參數設定則由操作者就待測模組執行過程中所有可能之分流(亦即待測模組中 `if` 指令或 `switch` 指令之所有可能狀況)的測試需求加以判斷而後加以設定。這是一個極為耗神的人工操作步驟。每個 `case_body k` 之

最後二道指令為待測模組呼叫指令與 `break`。

- 步驟(4)中模組實測程式 `xx_run.c` 乃於步驟(3)之 `switch{}`指令外套上一 `for(){...}` loop 指令，looping count 為 `n`，同時在迴圈運作 `switch{}`指令後加入 `fprintf()`指令群以列出執行前後輸出參數之對照值。

依上列設計規範，此軟體測試系統由兩個主要程式構成：

(1) `Test_Data_Gen.c`

輸入：待測程式模組檔名 `xx.c`，內含待測模組 `xx(arg1, ..., argn)`。

功能：(1-1)自動檢出待測模組執行過程中所引用之全部

參數，包括

.. `xx()`之輸入參數，arg `k` (`k=1...n`)。

.. `xx()`所引用之系統參數(global var.)。

.. `xx()`呼叫其他程式模組時所涉及之參數

及其衍生之呼叫鏈索引用之參數。

(1-2)自動檢出待測模組之輸出參數，包括

..待測模組原軟體規格書中所列之輸出。

..自動檢出待測模組執行過程中遭異動之

系統參數(global var.)。

.. **xx()** 呼叫其他程式模組時所涉及之輸出
參數及由其衍生之呼叫鏈索涉及之輸出
參數。

輸出：產生 **xx_param1.txt** 檔，內含 **xx()** 執行時所引
用全體參數之名稱，數型與數值範圍。

產生 **xx_param2.txt** 檔，內含 **xx()** 執行時所涉
全體輸出參數之名稱。

資料結構： **CC** 子系統各系統參數數值範圍規範檔。

CC 子系統各程式模組第一階呼叫鏈記錄檔。

CC 子系統各程式模組引用參數(第一階)記錄
檔。

總結 **CC** 子系統轉譯程式測試系統實作執行結果如下

(1) **Test_Data_Gen.c** 部分

■ **CC** 子系統各程式模組第一階呼叫鏈記錄檔 存於

calllst.doc 中，其內容如下：

<<< Call Tree >>>

```
BITPHS03 BITCDPC BITPTCOM BITTCC **  
BITCDPC DTCMD
```

DTCMD RDBOUTP SMOUTP
RDBOUTP RDBOUTPI
RDBOUTPI ERRPROC RELBUFI
ERRPROC RPTERR FXERRPT
RPTERR FMXMTSWP FTMSGHDR
FMXMTSWP
FTMSGHDR
FXERRPT BINASCI PUTLINC
BINASCI
PUTLINC
RELBUFI ERRPROC**
SMOUTP SMOUTPI
SMOUTPI ENQUEUEI ERRPROC RELBUFI **
ENQUEUEI LINK
LINK
BITPTCOM BITANTC BITCCC BITCDPC BITRTDPC BITTCC
BITANTC DTCMD **
BITCCC BITDPRSM BITCPUST
BITDPRSM DTERST SMEMINIT VERMEM
DTERST
SMEMINIT
VERMEM
BITCPUST VERCHK VERFLT VERINS VERITP VERRAM VERROM\
VERSWR
VERCHK
VERFLT
VERINS
VERITP
VERRAM VERMEM **
VERROM
VERSWR
BITRTDPC DTCMD YIELD
YIELD ERRPROC **
BITTCC DTCMD **

BITPHS08 BITCDPC BITPTCOM CCINIT ACMTSK BITANTR BITCCR BITCDPR\
BITCONT BITRESET BITRTDPR BITTCC CCPINTP CONT50HZ DBSINTSK\
DBSPPD DTRSL FMAVPROC FMINSINT FMINSPO FMCO44 LRUANTM

LRUMAN LRUTCM MCMDCTL MDLTIME RIPANT RIPEND RIPRTDP\
RTDPM DL RTDPMSG RTDPMSG SCOUTGEN STRSL STTRN TANTOUTP\
TCDET TCVSDT YLDRET CCTCINT DESTERR FLPOVINT FLPUVINT\
FXPOVINT MERINT MSGERR NONSINT1 NONSINT2 PCERR RARINT\
RDBINT RDBOUTPI TIMAINT

CCINIT BITINZ FXERRPT GSYSTIMI INITEXEC SMEMINIT **
BITINZ BITANTC BITCCC BITRTDPC BITTCC FMAVINIT\
FMINIT GETTCBI GSYSTIMI INITEXEC SMEMINIT WAITI

FMAVINIT GETTCBI SKEDI
GETTCBI DEQUEUEI ERRPROC **
DEQUEUEI
SKEDI ENQUEUEI ERRPROC **
FMINIT
GSYSTIMI GTIMR2
GTIMR2
INITEXEC INITQUE
INITQUE ERRPROC **
WAITI LINK SKEDI **

ACMTSK GTIMR2 **
BITANTR ANTLOG BITMOFN DTERST **
ANTLOG
BITMOFN
BITCCR BITMOFN CCLOG DTERST **
CCLOG
BITCDPR BITMOFN CDPLOG DTERST **
CDPLOG

BITCONT BITPHS00 BITPHS01 BITPHS02 BITPHS04 BITPHS05 BITPHS06\
BITPHS07 BITPHS09 BITPHS10 BITPHS11 BITPHS12 BITPHS13 BITPHS23\
BITPHS24 BITPHS25 BITPHS26 BITPHS27 BITPHS28 BITPHS29 BITPHS30\
BITPHS31 BITPHS32 BITPHSND

BITPHS00 BITINZ **
 BITPHS01 BITANTC BITCCC BITPTCOM BITRTDPC BITTCC **
 BITPHS02 BITPTCOM BITRTDPC **
 BITPHS04 BITCDPC BITPTCOM **
 BITPHS05 BITCDPC BITPTCOM **
 BITPHS06 BITCDPC BITPTCOM **
 BITPHS07 BITCDPC BITPTCOM **
 BITPHS09 BITPTCOM BITRTDPC BITTCC **
 BITPHS10 BITCDPC BITPTCOM BITRTDPC **
 BITPHS11 BITPTCOM BITRTDPC BITTCC **
 BITPHS12
 BITPHS13 BITPTCOM BITRTDPC **
 BITPHS23 BITCDPC BITPTCOM **
 BITPHS24 BITCDPC BITPTCOM **
 BITPHS25 BITANTC BITPTCOM **
 BITPHS26 BITANTC BITPTCOM **
 BITPHS27 BITANTC BITPTCOM BITRTDPC **
 BITPHS28 BITPTCOM BITRTDPC **
 BITPHS29 BITPTCOM BITRTDPC **
 BITPHS30 BITCCC BITPTCOM **
 BITPHS31 BITPTCOM BITRTDPC **
 BITPHS32 BITANTC BITPTCOM **
 BITPHSND BITANTC BITCDPC BITLRU BITPTCOM BITRTDPC BITTCC **

 BITRESET BITANTC BITCCC BITRTDPC BITTCC FXERRPT **

 BITRTDPR BITMOFN DTERST RTDPLOG

 BITTCR BITMOFN DTERST TCLOG
 TCLOG

 CCPINTP GETBUFI GETTCBI GSYSTEMI SKEDI SMOUTP WAITI **
 GETBUFI ERRPROC **

 CONT50HZ DOPFLBL RTDPVLOS ATAN4R RDBOUTP SINCOS SQRT **
 DOPFLBL SINCOS SQRT
 SINCOS

SQRT
RTDPVLOS RSYSTEM SINCOS **
RSYSTEM GSYSTEMI **
ATAN4R ATANR
ATANR
DBSINTSK ATAN4R SINCOS SMOUTP SQRT **
DBSPPD RDBOUTP SINCOS SMOUTP SQRT **
DTRSL DTERST STUNSOL
STUNSOL DTERST GTIMR6
GTIMR6
FMAVPROC CCVNUM FMBITPRO FMINPROC FMOTPROC FMTIMOUT TWSEXTRP **
CCVNUM
FMBITPRO STRTUP
STRTUP LUINIT MCINIT SCINIT STINZ
LUINIT GETTCBI SKEDI **
MCINIT GETTCBI **
SCINIT GETTCBI SKEDI **
STINZ GETTCBI GSYSTEMI SKEDI **
FMINPROC FMADC041 FMAVERR FMCIU041 FMCIU042 FMIDS041 FMIDS042\
FMIDS043 FMMCO41 FMMCO42 FMMCO43 FMMCO46 FMRCVSWP
FMADC041
FMAVERR
FMCIU041 MDL1MES GTIMRO
MDL1MES RDBOUTP **
GTIMRO
FMCIU042 MDL2MES GTIMRO **
MDL2MES RDBOUTP **
FMIDS041 FMMODCOM FMPARCHG
FMMODCOM ADJPARAM CCMAINTP GSMMPROC TWSMAINT **
ADJPARAM
CCMAINTP TWSMAINT
TWSMAINT
GSMMPROC FMDBSPRO
FMDBSPRO
FMPARCHG AZPROC RNGPROC
AZPROC
RNGPROC CHGRNGSL CHGVLSL
CHGRNGSL

CHGVELSL
 FMIDS042
 FMIDS043
 FMMC041
 FMMC042 ARCSINATANR ATAN4R SQRT **
 ARCSINATANR SQRT **
 FMMC043 FMACMMOD FMDBSPRO **
 FMACMMOD
 FMMC046
 FMRCVSWP
 FMOTPROC FMFTPROC FMRDR001 FMRDR003 FMRDR004 FMRDR005 FMRDR022\
 FMRDR023 FMRDR024 FMRDR211 FMTELPRO FMXMSWP2 FMXMTSWP **
 FMFTPROC FTMSGHDR MSGCSD MSGTWS
 MSGCSD CVTIME
 CVTIME
 MSGTWS CVTIME **
 FMRDR001 CCSTAXTR CVTIME TRKPARAM TWSEXTRP
 CCSTAXTR ATAN4R GTIMRO SQRT **
 TRKPARAM CVTIME ATAN4R SINCOS SQRT VECROT
 VECROT
 TWSEXTRP ATAN4R GTIMRO SINCOS SQRT **
 FMRDR003
 FMRDR004 CVTIME TWSEXTRP GTIMRO **
 FMRDR005 CVTIME GTIMRO **
 FMRDR022 FMRDRMOD ATAN4R SQRT **
 FMRDRMOD
 FMRDR023
 FMRDR024
 FMRDR211 CVTIME FMRDRMOD FMSTTTWS FMTOG211 FMTRK211 **\
 FMTWS211 FMTWSDAT TWSEXTRP GTIMRO GTIMR9
 FMSTTTWS CVTIME FMTOG211 FMTRK211 FMTWSDAT
 FMTOG211
 FMTRK211
 FMTWSDAT
 FMTWS211 CVTIME FMTOG211 FMTRK211 FMTWSDAT TWSEXTRP GTIMRO **
 GTIMR9
 FMTELPRO SQRT **
 FMXMSWP2

FMTIMOUT TRKPRC SINCOS **
TRKPRC GTIMR1 SMOUTP **
GTIMR1
FMINSINT GETTCBI SKEDI **

FMINSPRO FMINS041 FMRCVSWP TRKPRC **
FMINS041 DBSINSP ATAN4R GTIMR4 SINCOS SQRT **
DBSINSP
GTIMR4
FMNC044 GTIMR2 **

LRUANTM ANTACS ANTACSLV ANTAGR ANTAIR ANTAIT ANTASMBS\
ANTASMS ANTASMSP ANTAVER ANTBITP ANTBOX ANTDBSA ANTDBSLI\
ANTDBSP ANTEF ANTGBOX ANTGIR ANTMPSEA ANTNAMS ANTNAMSP\
ANTRR ANTSAS ANTSMAP ANTSMAPX ANTSMVR ANTSTBY ANTVSSP\
ANTWS CCMAN RDBOUTP **

ANTACS
ANTACSLV
ANTAGR
ANTAIR
ANTAIT SQRT **
ANTASMBS
ANTASMS
ANTASMSP
ANTAVER
ANTBITP
ANTBOX
ANTDBSA
ANTDBSLI
ANTDBSP
ANTEF
ANTGBOX
ANTGIR
ANTMPSEA
ANTNAMS
ANTNAMSP
ANTRR MPCKANTP SQRT **

MPCKANTP
ANTSAS SQRT **
ANTSMAP
ANTSMAPX ATANR **
ANTSMVR
ANTSTBY
ANTVSSP
ANTWS
CCMAN MANINIT ATAN4R SINCOS SQRT **
MANINIT
RDBOUTP **

LRUMAN RTDPAACQ RTDPAC RTDPASP RTDPDBS RTDPFRZ RTDPMAPX\
RTDPMSA RTDPNACQ RTDPNSP RTDPSMIT RTDPSTBY RTDPTWS RTDPVSS\
RDBOUTP **

RTDPAACQ
RTDPAC
RTDPASP
RTDPDBS
RTDPFRZ
RTDPMAPX
RTDPMSA
RTDPNACQ
RTDPNSP
RTDPSMIT
RTDPSTBY
RTDPTWS
RTDPVSS
RDBOUTP **

LRUTCM TCACQ TCCONT TWSMSG
TCACQ SMOUTP **
TCCONT SMOUTP **
TWSMSG SMOUTP **

MCMDCTL AUTORNG CALCLOAD MCRNGSCL MCTWSRNG MPDFLT MPINIT\
MPMDET MPNORM MPTERM MPTRANS RPTERR TWSMAINT ERRPROC **\
FXERRPT GTIMRO RSYSTEM SINCOS **

AUTORNG
CALCLOAD
MCRNGSCL
MCTWSRNG
MPDFLT MTRINIT
MTRINIT
MPINIT AGRSTBY
AGRSTBY
MPMDET DBSVALID
DBSVALID
MPNORM MTRINIT TCACQ **
MPTERM BCPICAL STTIME GTIMR2 **
BCPICAL
STTIME
MPTRANS MPACBS MPACP MPACS MPACV MPADLBS MPADLS\
MPADLSP MPADLV MPAGR MPAULBS MPAULS MPAULSP MPAULV\
MPBIT MPDBSA MPDBSF MPDBSIN MPDBSLW MPDBSP MPDLSP\
MPLDBS MPLDS MPLDV MPLUBS MPLUS MPLUV MPMAPF\
MPMAPN MPMAPX MPMAPXF MPMTIGMF MPMTIMAP MPMTIMVR MPSAS\
MPSEAF MPSEAN MPSMITBS MPSMITC MPSMITIR MPSMITIT MPSMITTUT\
MPSMTTV MPSTAT MPSTBY MPSTRR MPSTTC MPSTTIR MPSTTIT\
MPSTTUT MPTWSS MPULSP MPVSMS MPVSP MPVSS MPVSV\

MPACBS
MPACP
MPACS LRUANTM **
MPACV LRUANTM LRUMAN MPCKANTB MPCKANTP **
MPCKANTB
MPADLBS
MPADLS MPASMRNG
MPASMRNG
MPADLSP
MPADLV MPCKANTP **
MPAGR
MPAULBS
MPAULS MPASMRNG **
MPAULSP

MPAULV MPCKANTP **
MPBIT BITINZ **
MPDBSA
MPDBSF
MPDBSIN
MPDBSLW DBSLEWP MPCKANTP **
DBSLEWP ATANR SINCOS SQRT **
MPDBSP DBSPAUSP STCMD
DBSPAUSP ATANR SINCOS SQRT **
STCMD DTCMD STPROC GTIMRO **
STPROC STRDC
STRDC
MPDLSP
MPLDBS
MPLDS
MPLDV MPCKANTP **
MPLUBS
MPLUS
MPLUV MPCKANTP **
MPMAPF
MPMAPN
MPMAPX
MPMAPXF
MPMTIGMF
MPMTIMAP
MPMTIMVR
MPSAS
MPSEAF
MPSEAN
MPSMTTBS
MPSMTTC
MPSMTTIR
MPSMTTIT
MPSMTTUT
MPSMTTV
MPSTAT
MPSTBY
MPSTRR

MPSTTC
 MPSTTIR
 MPSTTIT
 MPSTTUT
 MPTWSS MPCKANTP TWSMAINT **
 MPULSP
 MPVSMS
 MPVSP
 MPVSS
 MPVSV MPCKANTP **
 MDLTIME
 RIPANT MDL10 MDL2040 STCMD TWSCEN TWSTURN SMOUTP **
 MDL10
 MDL2040
 TWSCEN ARCSIN SINCOS SQRT **
 TWSTURN
 RIPEND
 RIPRTDP
 RTDPMDL MDL1MES MDL2MES **
 RTDPMMSG RELBUFI **

 SCOUTGEN AGRLOCK AZELCEN CURMAN CURRNGAZ CURSAA CURSAS\
 FREEZXY REASYM SAMALT STABCUE STEERXY SWEEPXY SYMFLGS\
 RDBOUTP SMOUTP **

 AGRLOCK
 AZELCEN TWSCEN **
 CURMAN ATAN4R SQRT **
 CURRNGAZ SQRT **
 CURSAA VELCURS
 VELCURS
 CURSAS CURSFRZ CURSNORM ATAN4R SINCOS SQRT **
 CURSFRZ ATAN4R SINCOS SQRT **
 CURSNORM ATAN4R SINCOS SQRT **
 FREEZXY SINCOS **
 REASYM
 SAMALT SINCOS **
 STABCUE SINCOS **

STEERXY
SWEEPXY SINCOS **
SYMFLGS

STRSL STANT STANTLOG STCC STCCLOG STCDP STCDPLOG\
STMNPROC STRTDP STRTLOG STSTUPDT STTC STTCLOG YIELD **\
GTIMRO RSYSTEM **

STANT DTERST **
STANTLOG
STCC DTERST **
STCCLOG DTERST **
STCDP DTERST **
STCDPLOG
STMNPROC STMOFN
STMOFN
STRTDP DTERST **
STRTLOG
STSTUPDT
STTC DTERST **
STTCLOG

STTRN DTERST **
TANTOUTP GETBUFI RDBOUTPI **
TCDET
TCVSDDET
YLDRET
CCTCINT DEQUEUEI GETBUFI RELBUFI ROUTMSG
ROUTMSG ERRPROC GETTCBI SKEDI **
DESTERR ERRPROC **
FLPOVINT
FLPUVINT
FXPOVINT
MERINT ERRPROC **
MSGERR ERRPROC **
NONSINT1 ERRPROC **
NONSINT2 ERRPROC **
PCERR ERRPROC **

RARINT GETTCBI SKEDI **
RDBINT GETBUFI ROUTMSG SMOUTPI **
TIMAINT DEQUEUEI DISPACHR GSYSTEMI SKEDI **
DISPACHR

STINST

TCDELIM

TCDTSORT

TCDTVEL

TCVSDISC

TCVSORT

TWSDET

CHCKSUM

DELINK

DEQUEUE DEQUEUEI **

ENQFIFO ENQFIFOI
ENQFIFOI

ENQUEUE ENQUEUEI **

GETBUF GETBUFI **

GETTCB GETTCBI **

GSYSTEM GSYSTEMI **

GTIMR11

GTIMR5

QUIT DISPACHR **

QUITB

RELBUF RELBUFI **

RELQUEI

RELTCB RELTCBI
RELTCBI ERRPROC **

SKED SKEDI **

SKEDB

VERADD

VERBASE

VERBIT

VERCMPAR

VERDIV

VERJUMP

VERLOAD

VERLOGIC

VERMULT

VERSHIFT

VERSTORE

VERSUB

WAIT WAITI **

WFILOOP

檔案中最左縱列為 CC 子系統程式模組名稱，其右則為第一階呼叫模組。

- CC 子系統各程式模組引用參數(第一階)記錄檔 存於 arg.doc 中，其內容格式如下：

modulw name: MODULE_NAME

parameter list: ARG1, ..., ARGn

Global Data: GVARI, ..., GVARM

Share Data: SDATA1, ..., SDATAj

以下為檔案內容片段，因其內容長達 4000 餘行，請直接參考本計劃報告所附電子檔。

module name: ERRPROC

parameter list: ARG1

Global Data: CCSHUT HWDSTAT MEOLD SYSTIM WORD2 WORD28

Shared Data:

.
. .
.

Global Data: FMRNGSCL FMPNTSB FMPNTSF FMPNTSR FULLSCN MCACM MCADL
MCAUL MCLD MCLU MCMODE MCSTT MCTWS MCVS PIX121 PIX242 PIXMET

Shared Data:

arg.doc 記錄每一程式模組之輸入參數及系統全域變數，輸入參數名稱現暫以 `arg_n` 替代，於模組測試時方由待測 C 模組輸入參數列代入。

- CC 子系統各系統參數數值範圍規範檔目前尚在構建中。
- 此程式對輸入與輸出參數之檢出能力已達設計要求。尚待加強者為對 `struct` 之語法剖析，主要乃原始組合語言程式碼中對 `struct` 資料結構之描述語法不甚規則所致。
- 此程式之設計構想與做法大致如下所述：

剖析 `module_name.asm` 檔案中的註解段落，就可以得到每個 `module` 的參數列表、全域變數列表、`shared` 變數列表。而 `parse` 的方法是利用尋找關鍵字以及依靠註解段落有一定的格式來找尋上述列表。例如全域變數列表的格式大致如下：

Global Data

Variable_name1 : variable_type1

Comment1

Variable_name2 : variable_type2

Comment2

Variable_name3 : variable_type3

Comment3

就可以利用” Global Data” 這對關鍵字得知開始尋找全域變數，而每個變數的描述格式也一樣，如此一來，就可以得知 Global Data 中包含了那些全域變數。

另外，由 calllst.lst 可以得知每個模組呼叫了那些其他的模組，而將模組及其呼叫模組的全域變數集合起來，就可以知道要測試該模組應該使用到那些變數。

目前進度：目前無法判定所有變數的型別，因為註解的資訊並不是百分之百的正確，未來可能直接 parse 我們寫完的 C 檔案來決定變數的型別。另外，目前無法列出 struct 中的成員，未來可能會 parse include 檔，來決定 struct 中的成員。

(2) Test_Program_Gen.c 部分

- 尚未觸及，但基本上架構類似於 90 年先導計劃所建議之雛型。

(3) 此外在 Test_Data_Gen.c 之實作過程中，計劃成員愈發覺得原測試環境中由操作者界定待測模組所有可能之測試狀況再據以設定參數值的做法，於日後實際測試運作上將有極其窒礙難行之處。合理的做法是加強此程式之語法剖析能力，俾使操作程序中步驟(3)之人工作業(設定各種參數組合以代表所有可能之執行分流情況)得以免除。

四. 全自動化軟體驗證環境之建立

為使 `Test_Data_Gen.c` 能自動產生待測模組施行完整測試時所需之各種測試狀況，`Test_Data_Gen.c` 對待測模組之剖析能力必須加上可自動判讀程式中存在之所有執行分流一項。換言之，`Test_Data_Gen.c` 必須能剖析程式中之分流結構，諸如

```
if() ...          switch{ ... }    for(){ ... }  
  
[else if() ...]  
  
[else ...]       while() { ... }
```

等。其做法基本上如下

- (1) 剖析分流結構以找出所有 **independent paths**，
- (2) 就每一 **independent path** 之各分岔點找出所有相關變數，自動設定適當之值，俾使該 **independent path** 得以執行。自動設定作業需考慮若干問題
 - (2.1) 抵分岔點之前，若相關變數未經異動(**non-runtime determined**)，該等變數逕於 **independent path** 進入點設定，
 - (2.2) 抵分岔點之前，若相關變數業經異動(**run-**

time determined) ，則需找出該等變數之 define-use path 並遞迴上溯，直至相關變數均可於 independent path 進入點設定為止。

這是本計劃第二階段(92 年度)之基本課題，獲得解決後 cc 子系統和 tc 子系統所有轉譯模組之驗證才有可能全自動化進行。

五. 結語

本計劃「即時軟體自動化驗證技術」91 年度執行成果可總結如下：

(1) CC 子系統程式模組轉譯部分

- TCB 結構及相關之 task 程式模組參數資料之存取方式有修正必要。
- 若干 I/O port(如 sensory switches)之位元資料存取方式及相關之運作模組有修正必要。
- C 語言轉譯模組 141 檔 (尚未全數通過 C-編譯器語法檢驗)。
- 所有轉譯模組尚未經餵入數據實測驗證。
- 有關轉譯模組之各類說明文件有關輸入參數，輸出參數與附程式呼叫鏈等三項資料已告產生，測試報告部分則有待 92 年度計劃全自動測試環境建立後產生。

(2) 總結 CC 子系統轉譯程式測試系統實作部分

(2-1) Test_Data_Gen.c

- cc 子系統各程式模組第一階呼叫鏈記錄檔

calllst.doc 完成。

- cc 子系統各程式模組引用參數(第一階)記錄檔 arg.doc 完成。
- cc 子系統各系統參數數值範圍規範檔持續建構中。
- 此程式對輸入與輸出參數之檢出能力已達設計要求。尚待加強者為對 **struct** 之語法剖析，主要乃原始組合語言程式碼中對 **struct** 資料結構之描述語法不甚規則所致。
- 此程式相關說明文件(未完成)。

(2-2) Test_Program_Gen.c

- 尚未觸及，但基本上架構類似於 90 年先導計劃所建議之雛型。

(2-3) 此外在 Test_Data_Gen.c 之實作過程中，計劃成員

愈發覺得原測試環境中由操作者界定待測模組所有可能之測試狀況再據以設定參數值的做法，於日後實際測試運作上將有極其窒礙難行之處。合理的做法是加強此程式之語法剖析能力，俾使操作程序中步驟(3)之人工作業(設定各種參數組合以代表所有可能之執行分流

情況)得以免除。

六. 附錄

計劃參與人員與工作內容

(1) 江英杰

Test_Data_Gen.c 撰寫

Calllst.doc arg.doc 建構

06_DopplerBean

ccpintp.c	V
dbsinsp.c	V
dbsintsk.c	V
dbspausp.c	V
dbspdp.c	X
dbsvalid.c	V

04_LRUCtrl

reasym.c	V
rdpaacq.c	V
rdpfrz.c	V
rdpmapx.c	V
rdpmsa.c	V
rdpnacq.c	V
rdpnsp.c	V
rdpsmtt.c	V
rdpstby.c	V
rdptws.c	V
rdpvlos.c	X

(2) 蔡德聖

02_Avionics

adjparam.c	V
azproc.c	V
ccstaxtr.c	V
ccvnum.c	X
chgrngsl.c	V
chgvsl.c	V
cvtime.c	V
fmacmmod.c	V
fmadc041.c	V
fmaverr.c	V
fmavproc.c	X
fmciu041.c	V
fmciu042.c	V
fmdbspro.c	V
fmftproc.c	X
fmids041.c	V
fmids042.c	V
fmids043.c	V
fminproc.c	X
fmins041.c	X
fminsint.c	X
fminspro.c	V
fmnc041.c	X
fmnc042.c	V
fmnc043.c	V
fmnc044.c	V
fmnc046.c	X
fmmodcom.c	V
fmotproc.c	V
fmparchg.c	X
fmrevswp.c	X
fmrdr001.c	V
fmrdr003.c	V
fmrdr004.c	X

fmrdr005.c	X
fmrdr022.c	X
fmrdr023.c	V
fmrdr024.c	X
fmrdr211.c	X
fmrdrmod.c	X
fmsttws.c	X
fmtelpro.c	X
fmtimout.c	V
fmtog211.c	V
fmtrk211.c	V
fmtws211.c	V
fmtwsdat.c	V
fmxmstp2.c	X
fmxmstp.c	X
ftmsghdr.c	X
gmsmproc.c	V
msgcsd.c	X
msgtws.c	V
rngproc.c	V
rpterr.c	V
rtdpmsg.c	V
trkparam.c	X

05_TrackProcess

ccmaintp.c	V
tantoutp.c	V
trkprc.c	V
twsextrp.c	V
twsmaint.c	V

07_Radar

ripant.c	X
ripend.c	V
riprrdp.c	V

(3)歐併甫

04_LRUCtrl

rtdpss.c	X
samalt.c	V
scoutgen.c	X
stabcue.c	X
steerxy.c	X
sweepxy.c	X
symflgs.c	X
tcacq.c	X
tccont.c	X
twscen.c	X
velcurs.c	X

10_Detection

tdet.c	X
tdtelim.c	X
tdtsort.c	X
tdtvel.c	X
tcvsdet.c	X
tcvsdisc.c	X
tcvsort.c	X
twsdet.c	X
twsmsg.c	V
twsturn.c	V

(4)馬紀哲

04_LRUCtrl

antait.c	X
antdbqli.c	V
antnamsp.c	V
antvssp.c	V
rtdpac.c	V
acmtsk.c	V
antasmb.c	V
antdbsp.c	V
antr.c	V
antws.c	V
rtdpasp.c	V
agrlock.c	V
antasms.c	V
antef.c	V
antsas.c	V
ccman.c	V
rtdpqlbs.c	V
antacs.c	X
antaver.c	V
antgbox.c	V
antsmap.c	V
curman.c	V
antacslv.c	X
antbitp.c	X
antgir.c	V
antsmapx.c	V
cursnorm.c	V
antagr.c	X
antbox.c	V
antmpsea.c	V
antsmvr.c	V
lruantm.c	X
antair.c	X

antdbsa.c	V
antnams.c	V
antstby.c	V
lruman.c	V
antasm.c	V
cont50hz.c	V
curaa.c	V
dopflbl.c	V
lrutcm.c	V
azelcen.c	V
currngaz.c	V
curaa.c	V
freezxy.c	V
maninit.c	V

08_Mdl

mdl10.c	sV
mdl1mes.c	V
mdl2040.c	V
mdl2mes.c	V
mdltime.c	V
rtdpmdl.c	V