

마이크로프로세서를 이용한 直流電動機의 速度制御에 관한 研究 (A Study on the DC Motor Speed Control with Microprocessor)

宋 琪 容*, 金 道 鉉**, 崔 桂 根***

(Song, Kie Yong Kim, Do Hyun and Choi, Keh-Kun)

要 約

Microprocessor 를 利用하여 直流電動機의 速度를 제어하는 方法에 대하여 논의하였다. Microprocessor 를 이용한 제어에 의해 정상상태오차를 회전수의도치의 0.5% 이내로 줄일 수 있으며 이는 제어가 행해지지 않았을 경우의 오차의 40%에 해당한다.

Abstract

A method to control the speed of D. C. motor with microprocessor is discussed in this paper. The system consisting of TTL and microprocessor measures the actual speed and compares it with a reference set speed and the error is used to control the speed of the D. C. motor. The steady-state error is less than 0.5% of maximum speed and this can be reduced with more exact measure of actual speed.

1. 序 論

工程制御에서 電動機의 速度를 一定한 회전수로 정밀조정하는 일이 자주 필요하게 된다. 정밀조정을 위해서 制御가 필요하게 되고 制御方式에는 크게 나누어 analog 方式과 digital 方式이 있다. 일반적인 analog 制御方式에는 速度측정기에서의 비직선성과 analog 量으로 측정된 信號의 정확한 전달에서의 오차에서 문제가 제기된다. 그러나 digital 制御方式은 속도변환기의 비직선성 문제가 없으며 制御過程에서 주변환경에 영향을 받지 않으며 noise 에 강하다는 등의 장점을 가진다.

本 研究에서는 microprocessor 를 사용하여 直流 電動機의 速度를 制御하였다.

이는 sampled-date feedback 에 의하여 制御를 수행하게 되며 microprocessor 의 사용으로 digital 制御方式의 여러장점외에

프로그램의 수치조정으로 임의의 電動機를 정확히 制御할 수 있으며

制御에 소요되는 시간이 매우 짧으므로 다른 制御對象이 있을 경우 동시에 제어할 수 있다는 장점을 가진다.

2. System 構成

本 研究에서 사용된 System 의 構成圖는 그림1과 같으며 microprocessor, TTL IC 와 그밖에 신호 측정, 전달, 표시등에 필요한 accessories 로 구성되어 있다.

System 은 連續의이 아니고 一定한 간격으로 轉動기의 速度를 측정하여 수정한다.

* 準會員, OPC. 중앙연구소

** 正會員, 명지대학교 전자과

*** 正會員, 서울대학교 공과대학 전자공학과

(Dept. of Electronics Engineering, Seoul National Univ.)

接受日字: 1980年 2月 9日

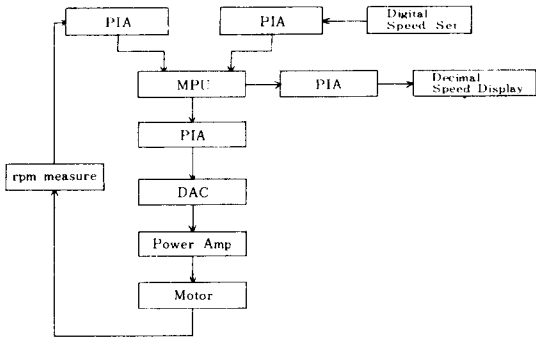


그림 1. System 構成圖
Fig.1. System block diagram.

제어方式의 개략적 순서는 다음과 같다.

- 1) 실제電動機의 速度를 측정
- 2) 測定値와 意圖値를 比較
- 3) 誤差計算
- 4) 誤差와 變化量에 依해 制御量 設定
- 5) 制御量에 依한 制御

그림 1에 따른 system의 회로구성은 그림 2, 그림 3과 같으며 각 부분의 動作은 다음과 같다.

의도된 회전수가 digital switch에 의해 표시되고 이량은 MPU로 전달되어 2進量으로 변환된다.

2進量의 의도치는 현재의 測定値와의 比較에서 一定한 制御方法을 거쳐 一定量을 D/A 변환기에 내보내 준다.

D/A 변환기는 入力된 量에 대응하는 電壓을 出力시키게 되며 이 出力電壓은 電動機를 구동시키게 된다.

전동기가 회전하게 되면 전동기에 부착된 원판과 전구 그리고 photo transistor에 의해 0.2 초마다 1분당 회전수가 측정되게 된다.

이 測定値는 MPU로 가서 의도치와 비교되어 制御에 사용되며 RAM에 저장되었다가 회전수를 확인할 때 사용되게 된다.

制御는 1초간격으로 수행하며 회전수 측정은 0.2초마다 한다.

회전수측정을 제어간격보다 짧은 시간에 하는 이유는 電動機의 회전수가 급격한 변화를 보일 때에는 제어간격사이의 평균회전수는 그 量이 制御에 사용될 때 이미 그 意味를 잃기 때문이다.

3. 制御方式

本 研究에서는 의도치와 측정치를 기준으로 프로그

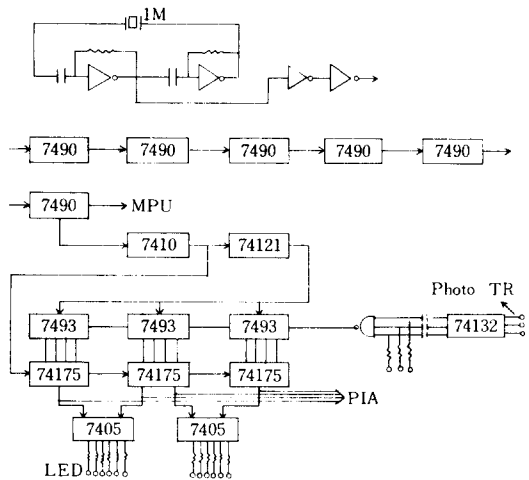


그림 2. 회전수측정회로
Fig.2. RPM measuring circuit.

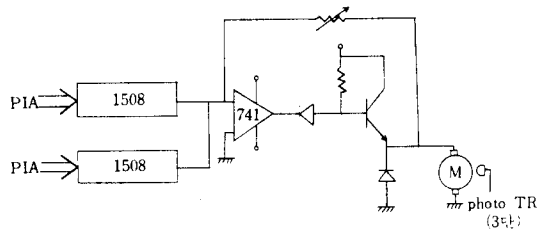


그림 3. (D/A 변환기와 전동기)
Fig.3. (D/A converter and motor.)

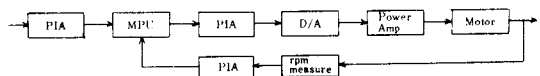


그림 4. System 構成圖
Fig.4. System block diagram.

램에 의하여 수행되는 制御方式을 사용하였다.

이는 電動機의 特性, 의도치와 측정치의 표시방법, 변화정도를 고려할 수 있으며 이들의 변화에 따라 프로그램의 수정을 통하여 正確한 制御를 할 수 있다.

制御 Loop는 그림 4과 같이 構成되며 위에서 電動機와 microprocessor를 제외한 모든 제어소자의 전달특성은 常數 N으로 표시된다.

전동기의 전달특성(rpm/v)은 식 (1)

$$G(s) = \frac{K}{(S+a)(S+b)} \dots\dots\dots (1)$$

로 표시될 수 있다 위의 system은 간단히 줄이면 그

림 5 와 같이 표시되며

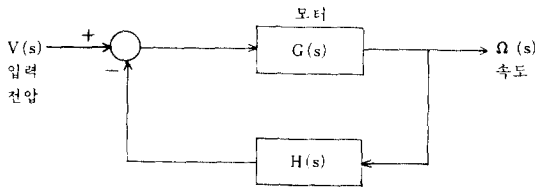


그림 5. 간략화된 system 構成圖
Fig.5. Simplified system block diagram.

$$G(s) = \frac{K}{(S + a)(S + b)}$$

이므로 step 신호에 대한 속도출력도 입력 파형과 같게 하려면

$$\Omega(s) = \frac{1}{S} \cdot \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}, \text{ 但 단위계단입력에}$$

서 $\frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)} = 1$ 이 성립하여야 하므로

$$\text{즉 } H(s) = 1 - \frac{1}{K}(S + a)(S + b)$$

의 전달특성을 가져야 한다.

즉 feedback element가 impulse, doublet 함수를 포함해야 한다.

그러나 impulse, doublet 함수의 구현은 불가능하므로 본 研究에서는 印加가능한 최대치와 최소치를 각각의 경우에 전동기에 가해줌으로써 이들 함수에 접근하였다.

Trial-and-error method에 의하여 얻어진 制御方式의 flow chart가 그림 6에 보여져 있다. [2]

Flow chart 설명

SENSE : 실제의 회전수 측정
OUT : D/A 변환기에 入力되는 microprocessor의 出力

■
F·OUT : 바로 전에 D/A 변환기에 入力된 量

MAX : D/A 변환기에 가할수 있는 최대량

MIN : D/A 변환기에 가할수 있는 최소량

A, B, C, K : 상수

4. 實驗 및 測定

本 研究에서는 앞의 system 構成에서 제시한대로의 회로를 가지고 실험하였다.

실험에 사용된 microprocessor는 M 6800이며 制御에 필요한 프로그램은 Intel 2708 1k byte EPROM에 저장하여 사용하였다.

그밖에 TTL 과 microprocessor에 포함되는 RAM

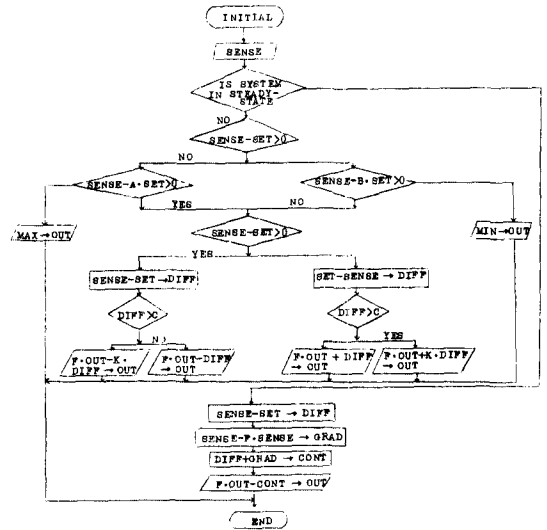


그림 6. 제어 flow chart
Fig.6. Control flow chart.

PIA 및 여러 accessories가 사용되었다.

전동기^[9w]의 速度는 전동기에 부착된 원판과 photo TR로 측정하였다.

制御는 1초마다 microprocessor에 interrupt를 가하여 수행하도록 하였다.

실험에 사용한 電動機는 1900 rpm 까지 회전하였으며 600~1800 rpm 사이에서 인가전압과 회전수가 선형적인 관계를 가졌다.

電動機의 특성과 制御를 통해 얻은 특성을 比較하고 意圖值(set speed)가 변화할때의 특성을 조사해 보면 다음과 같다.

1024 rpm으로 速度를 정해주고 制御를 하면 그림 7·A와 같이 측정된다. 이때 정상상태에서의 전동기 入力전압을 정확히 측정하여 제어하지 않고 이 일정한 전압을 인가시킨 경우가 그림 7·B이다.

制御를 했을때 정상상태오차가 ± 5 rpm(전체 10 rpm)이내가 된다.

制御를 하지 않을 경우 정상상태오차가 ± 12 rpm(전체 24 rpm)이내가 된다.

定常狀態에서의 회전수가 그림 8에 보여져 있다.

즉 制御에 의해서 定常狀態오차가 40%로 감소되었으며 이는 회전수의도치의 0.5%이내의 오차가 된다.

여러가지의 의도치에 대하여 비슷한 결과가 나오게 되며 그림 9에 의도치가 변화할때의 특성을 나타내었다.

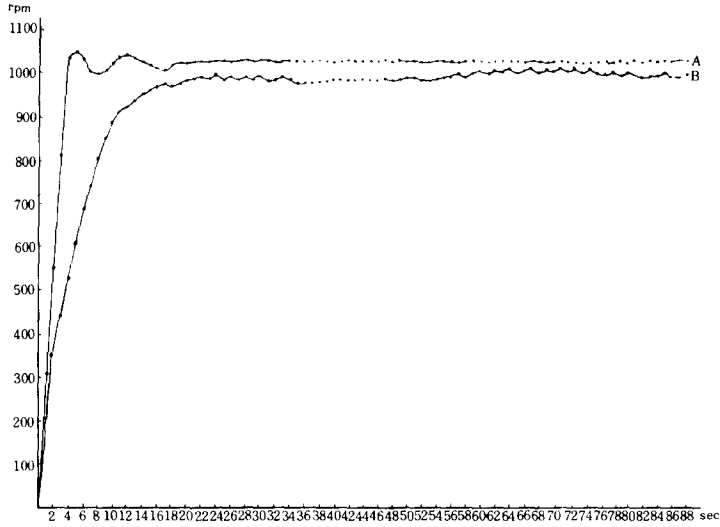


그림 7. A : 제어시 B : 非제어시 (set speed : 1024)
 Fig. 7. A : Controlled B : Not controlled (set speed : 1024).

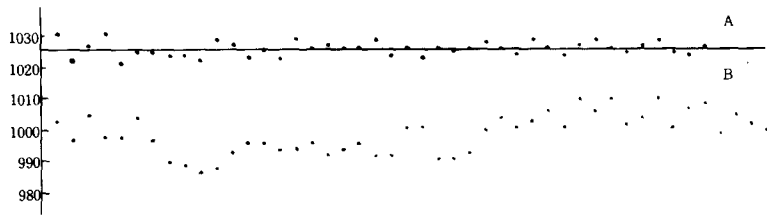


그림 8. A : 제어시와 B : 非제어시의 정상상태오차
 Fig. 8. Steady-state error
 A : Controlled B : Not controlled.

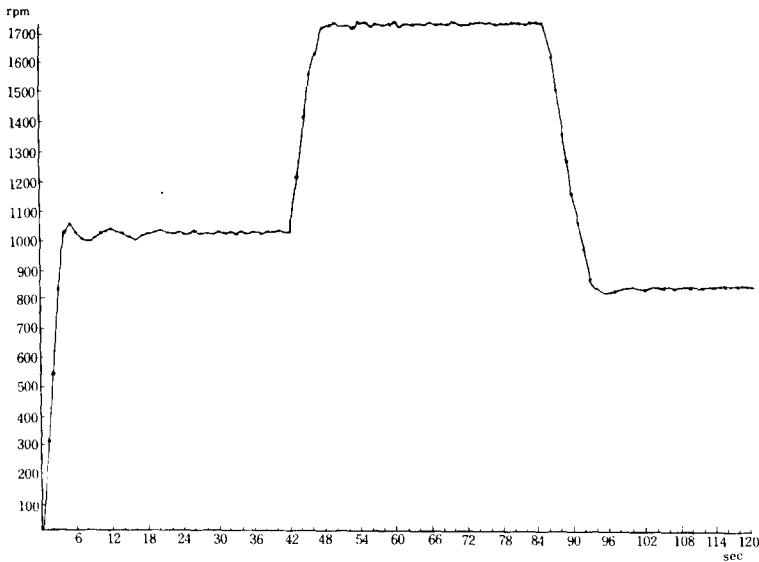


그림 9. 의도치 변화시 (set speed : 1024 → 1724 → 824)
 Fig. 9. Speed measure (set speed : 1024 → 1724 → 824).

여기에서 회전수의 측정틀 보다 정확히하면 정상상태오차를 더 줄일 수 있을 것으로 예측된다.

그리고 회전수를 0.2 초 동안 측정하여 오차를 산출하였으나 시정수가 짧은 고속電動機의 경우에서 sampling 시간을 단축시켜 고속응답을 얻을 수 있도록 할 수 있다.

5. 結 論

本 研究에서 microprocessor를 이용하여 直流電動機의 速度를 定常狀態誤差가 0.5%이내가 되도록 制御하였다.

외부로부터의 회전수변화에 민감하게 반응하여 정상상태에 도달하게 된다.

이러한 制御方式은 正確한 速度가 요구되는 여러분야에 이용될 수 있다.

또한 프로그램에 의해서 제어가 수행되므로 전동기의 특성에 따라 약간의 수치조정을 통하여 정확한 제어를 할 수 있다.

또한 제어에 소요되는 시간이 짧으므로 임의의 microprocessor system에서 필요한 memory를 공급받아 쉽게 제어 system을 구성할 수 있다.

參 考 文 獻

1. T. J. Maloney & F. L. Alvarado, "A digital method for DC motor speed control," IEEE Trans, IECI, vol. IECI-23 pp. 44-46, Feb. 1976.
2. A. K. Lin & W. W. Koepsel, "A microprocessor speed control system," IEEE Trans, IECI, vol. IECI-24, pp. 241-247.
3. Adam Osborne ; An Introduction to Micro-computers, Volume 1, SYBEX, 1976.
4. Ron Bishop ; basic microprocessors and the 6800.
5. Branko Soucek ; Microprocessors & Micro-computers .
6. Cecil L. Smith ; Digital Computer Process Control .
7. M 6800 Microprocessor Applications Manual.
8. M 6800 Microcomputer System Design Data.
9. M 6800 Microprocessor Programming Manual.
10. MEK 6800 D2 Manual.
11. M 6800 Programming Reference Manual.
12. The TTL Data Book for Design Engineers,

Texas Instruments .

13. Intel component data catalog ; 1979.
14. Motorola Semiconductor Data Library Vol. 5. CMOS ; 1976.

1. Memory Allocation

1) PIA

2000 Data In(Set Speed Low Byte)

2001 Control

2002 Dat In(Set Speed High Byte)

2003 Control

8004 High 4 bit Data Out to D/A converter

Low 4 bit Data In to MPU

8005 Control

8006 Data out to D/A converter

Data out for Decimal Display

8007 Control

8020 Data out for Decimal Display

8021 Control

8022 Data In to MPU

8023 Control

2) EPROM

C000 ~ C048 INITIALIZATION

C04A ~ C0A9 BCD-to-Binary PROGRAM

C0B0 ~ C2D2 CONTROL PROGRAM by INTERRUPT

C2E0 ~ C3DC DECIMAL DISPLAY PROGRAM

C3F8 ~ C3F9 INITIAL ADDRESS for INTERRUPT

C3FE ~ C3FF INITIAL ADDRESS for RESET

3) RAM

0000 ~ 007F

0080 ~ 00FF

0100 ~ 017F

} STORE SENSE SPEED DATA

A000 ~ A07F

Working Area for various operations and temporary memory for various data.

2. PROGRAM

INITIALIZATION

CO00	8E AO 7F	LDS *\$ AO 7F
CO03	86 FO	LDA *\$ FO
CO05	B7 80 04	STA A 80 04
CO08	86 05	LDA A *\$ 05
CO0A	B7 80 05	STA A 80 05
CO0D	86 FF	LDA A *\$ FF
CO0F	B7 80 06	STA A 80 06
CO12	B7 80 20	STA A 80 20
CO15	86 04	LDA A *\$ 04
CO17	B7 80 07	STA A 80 07
CO1A	B7 20 01	STA A 20 01
CO1D	B7 20 03	STA A 20 03
CO20	B7 80 21	STA A 80 21
CO23	B7 80 23	STA A 80 23
CO26	86 01	LDA A *\$ 01
CO28	C6 7E	LDA B *\$ 7E
CO2A	B7 AO 20	STA A AO 20
CO2D	F7 AO 21	STA B AO 21
CO30	7F AO 10	CLR AO 10
CO33	7F AO 11	CLR AO 11
CO36	7F AO 1A	CLR AO 1A
CO39	7F AO 1B	CLR AO 1B
CO3C	7F AO 14	CLR AO 14
CO3F	7F AO 15	CLR AO 15
CO42	7F AO 06	CLR AO 06
CO45	7F AO 07	CLR AO 07
CO48	0E	CLI
CO49	01	NOP
CO4A	7F AO 02	CLR AO 02
CO4D	7F AO 03	CLR AO 03
CO50	B6 20 00	LDA A 20 00
CO53	43	COMI A
CO54	B7 AO 01	STA A AO 01
CO57	B6 20 02	LDA A 20 02
CO5A	43	COMI A
CO5B	B7 AO 00	STA A AO 00
CO5E	44	LSR A
CO5F	44	LSR A
CO60	44	LSR A
CO61	44	LSR A
CO62	8D 25	BSR 25
CO64	B6 AO 00	LDA A AO 00
CO67	84 OF	AND A *\$ OF
CO69	8D 1E	BSR 1E

TO CO89

TO CO89

CO6B	B6 AO 01	LDA A AO 01
CO6E	44	LSR A
CO6F	44	LSR A
CO70	44	LSR A
CO71	44	LSR A
CO72	8D 15	BSR 15
CO74	B6 AO 01	LDA A AO 01
CO77	84 OF	AND A *\$ OF
CO79	BB AO 03	ADD A AO 03
CO7C	F6 AO 02	LDA A AO 02
CO7F	C9 00	ADC B *\$ 00
CO81	B7 AO 05	STA A AO 05
CO84	F7 AO 04	STA B AO 04
CO87	20 C1	BRA A C1
CO89	BB AO 03	ADD A AO 03
CO8C	F6 AO 02	LDA B AO 02
CO8F	C9 00	ADC B *\$ 00
CO91	48	ASL A
CO92	59	ROL B
CO93	B7 AO 03	STA A AO 03
CO96	F7 AO 02	STA B AO 02
CO99	48	ASL A
CO9A	59	ROL B
CO9B	48	ASL A
CO9C	59	ROL B
CO9D	BB AO 03	ADD A
COA0	F9 AO 02	ADC B AO 02
COA3	B7 AO 03	STA A AO 03
COA6	F7 AO 02	STA B AO 02
COA9	39	RTS
CONTROL		
COB0	B6 80 04	LDA A 80 04
COB3	84 OF	AND A *\$ OF
COB5	F6 80 22	LDA B 80 22
COB8	B7 AO 0E	STA A AO 0E
COBB	F7 AO 0F	STA B AO 0F
COBE	B6 AO 06	LDA A AO 06
COC1	26 11	BNE 11
COC3	F6 AO 07	LDA B AO 07
COC6	26 0C	BNE 0C
COC8	B6 AO 04	LDA A AO 04
COCB	F6 AO 05	LDA B AO 05
COCE	B7 AO 06	STA A AO 06

TO CO89

TO CO4A

TO CO4A

TO CO4A

마이크로프로세서를 이용한 直流電動機 速度制御에 關한 研究

COD1	F7 AO 07	STA B AO 07		C13B	0C	CLC	
COD4	B6 AO 05	LDA A AO 05		C13C	20 03	BRA 03	TO C141
COD7	B0 AO 15	SUB A AO 15		C13E	7E C2 29	JMP C2 29	TO C229
CODA	26 08	BNE 08	TO COE4	C141	B6 AO 0E	LDA A AO 0E	
CODC	B6 AO 04	LDA A AO 04		C144	F6 AO 0F	LDA P AO 0F	
CODF	B0 AO 14	SUB A AO 14		C147	F0 AO 0B	SUB B AO 0B	
COE2	27 05	BEQ 05	TO COE9	C14A	B2 AO 0A	SBC A AO 0A	
COE4	7F AO 1B	CLR AO 1B		C14D	25 EF	BCS EF	TO C13E
COE7	20 0B	BRA 0B	TO COF4	C14F	B6 AO 0E	LDA A AO 0E	
COE9	B6 AO 1B	LDA A AO 1B		C152	F6 AO 0F	LDA B AO 0F	
COEC	81 AA	CMP A 48 AA		C155	01	NOP	
COEE	0C	CLC		C156	01	NOP	
COEF	26 03	BNE 03	TO COF4	C157	20 15	BRA 18	TO C171
COF1	7E C2 58	JMP C2 58	TO C258	C159	7E C2 42	JMP C2 42	TO C242
COF4	B6 AO 04	LDA A AO 04		C15C	B6 AO 0E	LDA A AO 0E	
COF7	F6 AO 05	LDA B AO 05		C15F	F6 AO 0F	LDA B AO 0F	
COFA	44	LSR A		C162	F0 AO 0D	SUB B AO 0D	
COFB	56	ROR B		C165	B2 AO 0C	SBC A AO 0C	
COFC	44	LSR A		C168	24 EF	BCC EF	TO C159
COFD	56	ROR B		C16A	B6 AO 0E	LDA A AO 0E	
COFE	44	LSR A		C16D	F6 AO 0F	LDA B AO 0F	
COFF	56	ROR B		C170	0C	CLC	
C100	B7 AO 08	STA A AO 08		C171	F0 AO 05	SUB B AO 05	
C103	F7 AO 09	STA B AO 09		C174	B2 AO 04	SBC A AO 04	
C106	B6 AO 04	LDA A AO 04		C177	25 48	BCS 48	TO C1C1
C109	F6 AO 05	LDA B AO 05		C179	B7 AO 12	STA A AO 12	
C10C	F0 AO 09	SUB B AO 09		C17C	F7 AO 13	STA B AO 13	
C10F	B2 AO 08	SBC A AO 08		C17F	C0 06	SUB B # S 06	
C112	B7 AO 0A	STA A AO 0A		C181	24 04	BCC 04	TO C187
C115	F7 AO 0B	STA B AO 0B		C183	82 00	SBC A # S 00	
C118	01	NOP		C185	25 18	BCS 18	TO C1A0
C119	0C	CLC		C187	78 AO 13	ASL AO 13	
C11A	B6 AO 04	LDA A AO 04		C18A	79 AO 12	ROL AO 12	
C11D	F6 AO 05	LDA B AO 05		C18D	0C	CLC	
C120	FB AO 09	ADD B AO 09		C18E	B6 AO 06	LDA A AO 06	
C123	B9 AO 08	ADC A AO 08		C191	F6 AO 07	LDA B AO 07	
C126	B7 AO 0C	STA A AO 0C		C194	F0 AO 13	SUB B AO 13	
C129	F7 AO 0D	STA B AO 0D		C197	B2 AO 12	SBC A AO 12	
C12C	0C	CLC		C19A	7F AO 1A	CLR AO 1A	
C12D	B6 AO 0E	LDA A AO 0E		C19D	20 78	BRA 78	TO C217
C130	F6 AO 0F	LDA B AO 0F		C19F	0C	CLC	
C133	F0 AO 05	SUB B AO 05		C1A0	B6 AO 06	LDA A AO 06	
C136	B2 AO 04	SBC A AO 04		C1A3	F6 AO 07	LDA B AO 07	
C139	24 21	BCC 21	TO C15C	C1A6	F0 AO 13	SUB B AO 13	

C1A9	B2	AO	12	SBC A	AO	12	C210	86	AA	LDA A # S AA	
C1AC	36			PSH A			C212	B7	AO	1B	STA A AO 1B
C1AD	37			PSH B			C215	33			PUL B
C1AE	7C	AO	1A	INC	AO	1A	C216	32			PUL A
C1B1	B6	AO	1A	LDA A	AO	1A					
C1B4	81	03		CMP A # S 03			C217	B7	AO	06	STA A AO 06
C1B6	26	05		BNE	05		C21A	F7	AO	07	STA B AO 07
C1B8	86	AA		LDA A # S AA			C21D	F7	80	06	STA B 80 06
C1BA	B7	AO	1B	STA A	AO	1B	C220	48			ASL A
C1BD	33			PUL B			C221	48			ASL A
C1BE	32			PUL A			C222	48			ASL A
C1BF	20	56		BRA	56		C223	48			ASL A
C1C1	B6	AO	04	LDA A	AO	04	C224	B7	80	04	STA A 80 04
C1C4	F6	AO	05	LDA B	AO	05	C227	20	79		BRA 79
C1C7	F0	AO	0F	SUB B	AO	0F	C229	7F	AO	1A	CLR AO 1A
C1CA	B2	AO	0E	SBC A	AO	0E	C22C	86	0F		LDA A # S OF
C1CD	B7	AO	12	STA A	AO	12	C22E	C6	FF		LDA B # S C6
C1D0	F7	AO	13	STA B	AO	13	C230	7F	AO	06	CLR AO 06
C1D3	C0	06		SUB B # S 06			C233	7F	AO	07	CLR AO 07
C1D5	24	04		BCC	04		C236	F7	80	06	STA B 80 06
C1D7	82	00		SBC A # S 00			C239	48			ASL A
C1D9	25	1C		BCS	1C		C23A	48			ASL A
C1DB	78	AO	13	ASL	AO	13	C23B	48			ASL A
C1DE	79	AO	12	ROL	AO	12	C23C	48			ASL A
C1E1	0C			CLC			C23D	B7	80	04	STA B 80 04
C1E2	B6	AO	06	LDB A	AO	06	C240	20	13		BRA 13
C1E5	F6	AO	07	LDA B	AO	07	C242	7F	AO	1A	CLR AO 1A
C1E8	FB	AO	13	ADD B	AO	13	C245	86	00		LDA A # S 00
C1EB	B9	AO	12	ADC A	AO	12	C247	C6	00		LDA B # S 00
C1EE	81	0F		CMP A # S 0F			C249	7F	AO	06	CLR AO 06
C1FO	2E	37		BGT	37		C24C	7F	AO	07	CLR AO 07
C1F2	7F	AO	1A	CLR	AO	1A	C24F	B7	80	04	STA A 80 04
C1F5	20	20		BRA	20		C252	F7	80	06	STA B 80 06
C1F7	0C			CLC			C255	7E	C2	A2	JMP C2 A2
C1F8	B6	AO	06	LDA A	AO	06	C258	B6	AO	0E	LDA A AO OE
C1FB	F6	AO	07	LDA B	AO	07	C25B	F6	AO	0F	LDA B AO OF
C1FE	FB	AO	13	ADD B	AO	13	C25E	F0	AO	05	SUB B AO 05
C201	B9	AO	12	ADC A	AO	12	C261	B2	AO	04	SBC A AO 04
C204	36			PSH A			C264	B7	AO	12	STA A AO 12
C205	37			PSH B			C267	F7	AO	13	STA B AO 13
C206	7C	AO	1A	INC	AO	1A	C26A	0C			CLC
C209	B6	AO	1A	LDA A	AO	1A	C26B	B6	AO	0E	LDA A AO OE
C20C	81	03		CMP A # S 03			C26E	F6	AO	0F	LDA B AO OF
C20E	26	05		BNE	05		C271	F0	AO	11	SUB B AO 11

TO C1BD

TO C217

TO C1DB

TO C1F7

TO C229

TO C217

TO C215

TO C2A2

TO C256

TO C2A2

C347	78	AO	41	ASL	AO	41				C395	7F	80	20	CLR	80	20		
C34A	79	AO	40	ROL	AO	40				C398	20	FE		BRA	FE		TO C398	
C34D	01			NOP														
C34E	01			NOP														
C34F	7F	AO	42	CLR	AO	42				C3B8	B7	AO	45	STA A	AO	45		
C352	7F	AO	43	CLR	AO	43				C3BB	84	OF		AND A	# S	OF		
C355	CE	00	OC	LDX	00	OC				C3BD	80	05		SUB A	# S	05		
C358	B6	AO	43	LDA A	AO	43				C3BF	2B	04		BMI	04		TO C3C5	
C35B	BD	C3	B8	JSR	C3	B8	TO C3 B8			C3C1	8B	08		ADD A	# S	08		
C35E	B7	AO	43	STA A	AO	43				C3C3	20	02		BRA	02		TO C3C7	
C361	B6	AO	42	LDA A	AO	42				C3C5	8B	05		ADD A	# S	05		
C364	BD	C3	B8	JSR	C3	B8	TO C3 B8			C3C7	B7	AO	44	STA A	AO	44		
C367	B7	AO	42	STA A	AO	42				C3CA	B6	AO	45	LDA A	AO	45		
C36A	78	AO	41	ASL	AO	41				C3CD	84	FO		AND A	# S	FO		
C36D	79	AO	40	ROL	AO	40				C3CF	80	50		SUB A	# S	50		
C370	79	AO	43	ROL	AO	43				C3D1	2B	04		BMI	04		TO C3D7	
C373	79	AO	42	ROL	AO	42				C3D3	8B	80		ADDA	# S	80		
C376	09			DEX						C3D5	20	02		BRA	02		TO C3D9	
C377	26	DF		BNE	DF		TO C358			C3D7	8B	50		ADD A	# S	50		
C379	01			NOP						C3D9	BB	AO	44	ADD A	AO	44		
C37A	01			NOP						C3DC	39			RTS				
C37B	01			NOP														
C37C	B6	AO	42	LDA A	AO	42												
C37F	B7	80	20	STA A	80	20												
C382	B6	AO	43	LDA A	AO	43												
C385	B7	80	06	STA A	80	06												
C388	FE	AO	46	LDX	AO	46												
C38B	09			DEX														
C38C	09			DEX						C3F8	00	B0						
C38D	27	03		BEQ			TO C392			C3FA	00	00						
C38F	7E	C3	07	JMP	C3	07				C3FC	00	00						
C392	7F	80	06	CLR	80	06				C3FE	00	00						

