

직기 자동 운전 감시 시스템 구성에 관한 연구

고명삼, *이계곤, 이장규, 이상욱, °허중성, 성광재, 차도현, *손영대, 유건아
 서울대학교 제어계측공학과, * 서울대학교 섬유공학과

A Design Of A Automatic Loom Operation Monitoring System

Myoung Sam Ko . *Jae Kon Lee . Jang Gyu Lee . Sang Uk Lee

Jong Sung Hur . Kwang Jae Sung . Do Hyun Cha . *Young Dae Son . Kyeon Ah Yu

Dept. of Control and Instrumentation Eng., *Dept. of Textile Eng., Seoul Nat'l Univ.

Abstract

This paper describes the design of a monitoring system of automatic loom operation, which can provide valuable data for production and management by monitoring the operation of upto 512 looms.

1. 서론

지난 25년간 섬유산업은 노동집약적 산업에서 자본 집약적 산업으로 변모하여 왔다. 현재는 새로운 섬유기계 설비에 대한 투자와 고품질 섬유제품을 위한 생산공정의 자동화 설비 투자는 거의 비슷한 상태에 놓여 있으며¹⁾ 이미 선진국에선 섬유기계는 섬유를 취급할 수 있는 속력공 시대로부터 전산기를 도입한 생산공정의 자동화 시대로 들어가고 있다. 특히 기업경영과 품질관리 작업의 한 수단으로써 소형전산기를 사용한 생산공정의 운전감시와 관리 제어가 시도되어서²⁾ 섬유공업자동화에 실용화 되고 있다.

이 직기자동운전감시 시스템은 직기의 운전상태를 감시하고 정지원인, 정지빈도, 정지시간등을 전산처리 하여 기록할 수 있기 때문에 원하는 시간에 정확하고 조직적인 자료를 제시할 수 있다.²⁾ 그러므로 이와같은 직기자동운전감시 시스템은 과학적인 생산관리와 효율적인 경영합리화를 실현시킨다.

국내의 극소수 방직회사에서는 외국으로부터 이 시스템을 도입하여 설치한 결과 생산효율을 높이고 있으며 일부 다른 회사에서도 도입을 추진중에 있으나 가격이 매우 비싸고 추가적인 소프트웨어 개발등에 어려움이 따르고 있다. 본 논문에서는 이러한 실정을 고려하여 고 신뢰도, 저 가격의 직기자동 모니터링 시스템을 구성하였으며 실험과 시뮬레이션에 의하여 시스템 동작을 확인하였다.

2. 시스템 구성

직기자동운전감시 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 각 직기에는 각종 센서가 있어서 직기 이상상태에 관한 신호를 발생시키며 또한, 단일직기 신호처리장치라 불리는

마이크로프로세서 보드가 있어서 각종 센서에서 발생하는 신호를 감시하여 그 결과를 부호화 (coding) 한다. 하위전산기 (slave computer)는 수백대의 직기운전상태에 관한 정보를 수집하는데 이 때 단일직기신호처리 장치와 하위 전산기간의 통신경로를 지정해 주는 것이 다중절환장치 (multiplexer)이며 신호를 중계해 주는 것이 중계기 (repeater)이다. 상위전산기 (master computer)는 하위전산기에 수집된 정보를 전송받아 여러가지 보고서를 작성해 낸다.

하나의 다중절환장치에는 16대의 중계기가 붙을 수 있으며 하나의 중계기는 32대의 직기와 신호를 중계할 수 있다. 결국 2대의 개인용 전산기와 한대의 다중절환장치, 16대의 중계기가 있으면 단일직기 신호처리 장치를 갖춘 512대의 직기를 모니터링 할 수 있다. 전산기로는 IBM-PC XT를 사용하였으며 다중절환장치와 중계기, 단일직기 신호처리 장치를 직접 설계, 제작하였다. 또 상, 하위 전산기간의 데이터 통신을 위하여 통신용 접속기도 설계, 제작하였다.

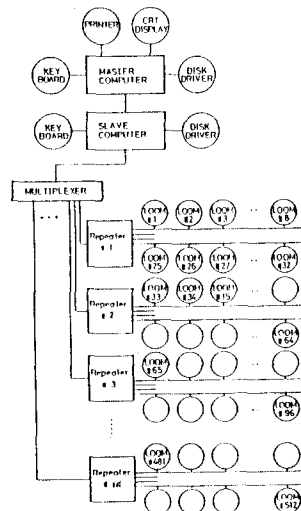


그림 1. 직기자동운전감시시스템 구성도

3. 센서 시스템

본 연구에서 사용한 직기는 셔틀 스톱 센지식 자동권 직기로서 몇몇 센서가 부착되어 있으며 새로이 두개의 센서가 추가로 고안, 설치되었다. 이 센서들은 직기에 이상상태가 발생하였을때 직기를 멈추게 하고 이상상태 표시등을 켜 줌으로써 제직공 (weaver) 이나 보전공 (fixer) 이 적절한 조치를 취할 수 있게 한다.

본 연구에서는 직기의 기존 센서 시스템을 해석하였으며 필요한 두가지 센서를 새로이 고안하여 설치하였고 모니터링 (monitoring) 에 필요한 애널로그 신호들을 디지털 신호 레벨로 바꾸어 주는 신호레벨 조정회로를 제작하였다. 그림 2는 직기에서 나온 각종 센서 신호를 단일직기 신호처리 장치로 연결시켜 주는 관계를 보여준다.

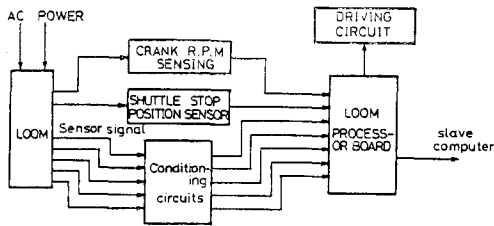


그림 2. 센서신호와 단일직기 신호처리 장치의 연결

(1) 기존센서의 해석

1) 와프 (warp) 센서

백열전구를 광원으로 하고 광트랜지스터를 수광기로 하여 경사철을 감지해 낸다.

2) 웨프트 (weft) 센서

적외선 발광 다이오드를 광원으로 하고 광트랜지스터를 수광기로 하여 위사철을 감지해 낸다.

3) 필러 (filler) 센서

백열전구를 광원으로 하고 광전지소자를 수광기로 하여 복의 잔사량 정도를 감지하여 잔사량이 기준치에 미달하는 경우, 복교환을 할 수 있게 한다.

4) 장력한계 스위치 (tension limit switch)

경사의 장력이 비정상적으로 크거나 작을때 직기에 부착되어 있는 마그네틱 스위치에 의해서 직기를 정지시킨다.

5) 스웰 (swell) 센서

복교환이 정상적으로 이루어지지 못하거나 복침 결과 복의 삽입이 정상적으로 이루어지지 못한 경우 직기를 정지시키기 위한 센서로서 일종의 접촉 스위치이다.

6) 제직길이 카운터

직물의 제직길이를 제는 카운터로서 권취물력과 기어로 물려 있어서 제직길이를 야아드 (yard) 단위로 표시해 준다.

(2) 새로운 센서의 설계

1) 크랭크축 회전수 감지센서

직기에 있어서 생산량을 계산하기 위하여 크랭크축 끝부분에 설치한 것으로서 크랭크축 회전수에 따라 펄스를 발생시킨다. 이 회전수를 기초로 하여 직물 종류에 따른 제직길이를 계산해 낼 수 있는데 기존의 기계식 제직길이 카운터 보다 정확한 제직길이 카운팅이 가능하다. 그림 3은 크랭크축 회전수 감지센서를 보여 준다. 사진의 발광 다이오드와 광트랜지스터 사이에 V자 홈이 파인 원판이 회전하면서 펄스를 만들어 낸다.



그림 3. 크랭크축 회전수 감지센서

2) 복 정지위치 감지센서

복침 후 복이 복집에 삽입될 때 안전한 범위 내에서 정지하였는지를 감지해 내는 센서로서 광 반사형 센서를 사용하여 우측 복집에 실험적으로 설치하였다.

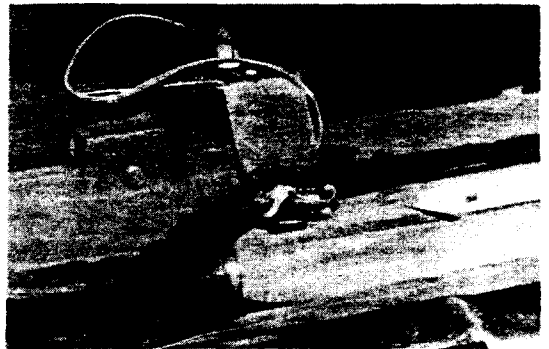


그림 4. 복 정지위치 감지 센서

(3) 신호 레벨 조정 회로

(signal level conditioning circuit)

직기의 각종 센서 신호는 애널로그 신호로서 그 신호레벨이 디지털 신호처리에 부적합하기 때문에 전산처리를 위하여서는 신호레벨을 디지털화 해 주어야 한다. 다루어지는 신호는 모두 온 오프계 (on-off) 의 신호이기 때문에 단순히 0V 와 5V의 레벨로 바꾸어주면 된다.

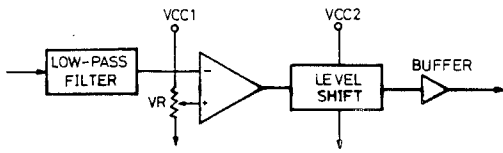


그림 5. 신호레벨 조정 회로

4. 단일 직기 신호처리 장치

직기의 운전상태 정보를 전산처리 하기 위하여는 각 직기에, 센서신호로부터 그 직기의 운전상태에 관한 정보를 알아내고, 그것을 부호화 하는, 신호처리장치를 부착해야 한다. 이 단일직기신호처리 장치는 그 직기의 운전상태 정보를 부호화 하여 저장해 두었다가 하위전산기로부터의 요구가 있을때 그 정보를 전송해 준다.

단일직기 신호처리장치는 일종의 마이크로프로세서 보드로서 Z80A MPU와 8K ROM, 8K RAM, 16 키 패드 (key pad), 7 세그먼트 표시기, 병렬접속기, 통신용 직렬 접속기 등으로 구성되어 있고 포토-커플러 (photo-coupler) 를 사용하여 잡음이 심한 애널로그 회로와 절연되어 있다. 그림 6은 그 구성도 이다.

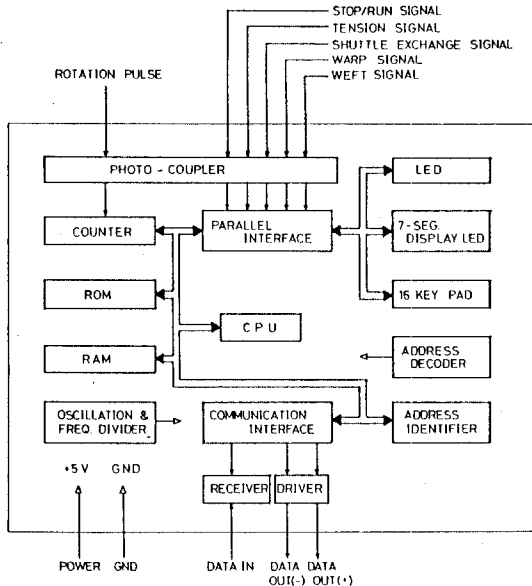


그림 6. 단일직기신호처리장치 구성도

단일직기 신호처리 장치는

- 1) 각종 센서신호를 감시하여 직기 이상상태를 코딩하고
- 2) 크랭크 축 회전수, 즉 직기의 회전수를 센다.
- 3) 자동으로 감지되지 않는 원인으로 정지하였을 경우, 오퍼레이터에 의한 수동입력 코드를 받아들인다.
- 4) 하위 전산기의 요구가 있을때 직기정지 원인과

회전수 증분을 전송한다.

표 1은 직기의 정지원인별 코드 및 그 해당 램프를 나타내는데 적색램프가 켜지면 제직공의 도움이 필요한 경우를 나타내고 녹색램프가 켜지면 보전공의 도움이 필요한 경우를 나타낸다.

표 1. 정지원인 별 코드 및 해당램프

정지원인	정지코드		램프
	자동정지	수동정지	
경사결	1	01	적색
위사결	2	02	적색
장력이상	3	03	적색
기계고장		04	황색
복교환실패	5		적색
동원품종비밀교체		06	
다른품종비밀교체		07	
필타기		08	
정기보수		09	
침소및주유		10	
체적불량		11	
기타		12	황색

※ 이상이 없을 때는 00 으로 한다.

5. 직기와 전산기간의 데이터 전송

직기로부터 전산기까지 데이터를 효율적으로 전달하고 여러대의 직기와 하나의 전산기간의 다송신-단수신, 다수신-단수신 통신을 완벽하게 행하면서 높은 신뢰도를 갖는 시스템 구조와 통신방식을 택하였는 바, 특성은

- 1) 전산기가 각 단일직기신호처리 장치에게 데이터를 요구하는 polling 방식 채택
- 2) 공장사정을 고려하여 먼거리 통신이 가능한 비동기형 직렬전송방식 채택
- 3) 잡음에 강한 전류편차 루프 방식의 송,수신 방식 채택
- 4) 전체시스템이 트리 (tree) 구조를 가진다.
- 5) 확장성이 좋다.

는 것이다.

하위 전산기와 상위 전산기간의 통신개시는 서로의 가로채기요구 (interrupt request) 에 의하여 하위 전산기와 각 단일직기신호처리 장치간의 통신 개시는, 하위 전산기가 통신하고자 하는 직기의 고유번지를 전송하고 그 해당 직기의 단일직기신호처리 장치가 응답함으로써 이루어진다. 단일직기신호처리 장치와 전산기간의 데이터 전송 및 프로토콜은 그림 7과 같다.

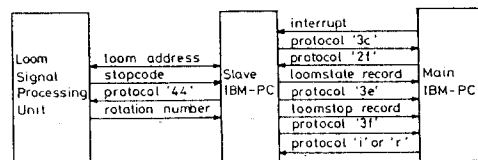


그림 7. 데이터전송 및 프로토콜의 블록선도

6. 시스템 운용을 위한 소프트웨어

상위전산기는 하위전산기에 수집된 데이터를 기초로 각종 보고서를 만들어 내는데, 이때에 모니터링 데이터에 기본 데이터가 필요하다. 이 기본데이터에는 직기에 대한 명세, 검사비임명세, 직물종류에 대한 명세 그리고 작업반 배치에 대한 정보가 포함된다. 기본 데이터는 각 편집 프로그램을 통하여 모니터링 이전이나 중간에 언제든지 입력될 수 있는데 모니터링 데이터와 합쳐서 직기자동운전감시의 결과를 보고서로 출력하는데 사용된다.

출력되는 보고서로는 직기별운용보고서, 제작공별운용보고서, 직물종류별 운용보고서, 직기운전상태 보고서가 있다.

기본 데이터 입력을 위한 편집 프로그램은 베이식 (BASIC) 언어로 작성되었으며 보고서 작성 프로그램은 파스칼 (PASCAL) 언어로 작성되었다.

표 2와 표 3은 각각 직물종류에 대한 명세와 직기별 운용보고서를 나타낸다.

표 2. 직물종류에 대한 명세

I LINE#	FABRIC_SP.	WDENS	MCOUN	TENDS	FDENS	FCOUN	WIDTH	LENG.	CONTR
1	AAAA-0001	50.0	50.0	8000	100.0	50.0	100.0	100.0	20.0
2	AAAA-0002	50.0	50.0	8000	100.0	50.0	100.0	100.0	20.0
3	AAAA-0003	50.0	50.0	8000	100.0	50.0	100.0	100.0	20.0
4	AAAA-0004	50.0	50.0	8000	100.0	50.0	100.0	100.0	20.0
5	AAAA-0005	50.0	50.0	8000	100.0	50.0	100.0	100.0	20.0

표 3. 직기별 운용보고서

DATE : 84-29-04
SHIFT : 2
WORKING START : 04:00:00
PRINT TIME : 00:10:30
JOB TIME : 15000

I LOOM	NEWER'S	FIBER'S	WARPING	FABRIC	JALE	W.E	W.D	W.T	W.P	FST	TS	OT	IMPACT	PPH
I SPEC.	I NAME	I NAME	I SPEC.	I STYLE	I SZ	I SZ	I FIB	I SZ	I FIB	I SZ	I FIB	I SZ	I FIB	I SZ
100-CB-0001PACK.	5UM JU	12R.	12R	1A30A10-001A000-0001	80.01	62.51	11	12001	01	01	21	25005	31	1:40:100.01 15.01
100-CB-0002PACK.	5UM JU	12R.	12R	1A30A10-002A000-0001	76.01	76.01	11	12001	01	01	31	1:01:05.31 20.01		
100-EF-0001L2L.	27R	HEE	12R.	1A30A10-003A000-0002	80.01	80.01	11	12001	01	01	21	01:50:104.51 23.51		
100-EF-0002L2L.	27R	HEE	12R.	1A30A10-004A000-0002	84.01	84.01	01	11	12001	01	01	21	01:40:104.01 22.01	
137-00-0001PACK.	81	SOX	12R.	1A30A10-005A000-0003	80.01	76.71	11	12001	01	01	21	01:50:105.01 21.01		
120-01-0001SECON.	5UM	51R	12R.	1A30A11-002A000-0004	80.01	91.71	01	11	12001	01	01	31	01:30:104.51 23.51	
120-01-0002SECON.	5UM	51R	12R.	1A30A11-003A000-0004	72.01	91.01	01	11	12001	01	01	31	01:20:104.31 24.01	
130-00-0001L2L.	SAHM	HEE	12R.	1A30A10-004A000-0003	84.01	100.01	01	01	01	01	01	01	01	01:20:100.01 9.01
130-00-0002L2L.	SAHM	HEE	12R.	1A30A10-005A000-0003	72.01	92.01	11	12001	01	01	01	01	01	01:20:104.31 24.01

7. 실험 및 시뮬레이션

이상의 직기자동운전감시 시스템의 동작확인을 위하여 일차적으로 한대의 직기에 대하여 모니터링 실험을 하였다. 실험은 실제 공장에서의 배치를 고려하여 데이터 전송라인을 150미터 이상 설치하였으며 직기의 센서를 동작시켜서 하위전산기 및 상위전산기의 데이터를 확

인 함으로써 이루어졌다. 이때의 실험결과가 표 4에 나타나 있다.

표 4. 단일직기에 대한 모니터링 실험 결과

loom#	error#	stoptime	downtime
0	243	00:20:10	51
0	242	00:23:34	34
0	241	00:24:35	47
0	245	00:25:59	15
0	4	00:26:23	43
0	243	00:27:24	11
0	242	00:29:48	11
0	241	00:31:12	23
0	245	00:32:36	36
0	12	00:33:23	43
0	243	00:36:01	28
0	242	00:38:25	29
0	241	00:39:49	38
0	245	00:41:13	40
0	8	00:42:23	43

실제의 직기 한대에 대한 실험이 성공적으로 끝난 다음에는 복수직기에 대한 시뮬레이션을 행하였는데 이때에는 실제의 직기 대신에 직기의 센서신호와 같은 형태의 신호를 발생시키는 가상직기 신호 발생기를 제작하여 사용하였다.

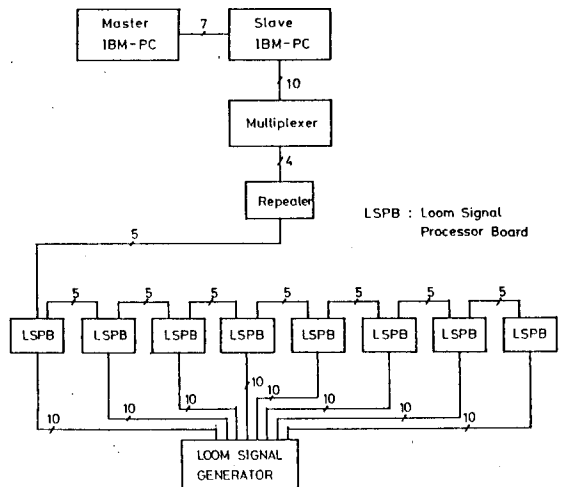


그림 8. 복수직기 모니터링 시뮬레이션 시스템 구성도

그림 8이 시뮬레이션 시스템 구성도이다. 가상직기 신호 발생기는 직기 8대에 대한 센서신호를 병렬 또는 직렬로 출력하며 8대의 단일직기신호처리 장치는 각각 독립된 개체로 고유기능을 수행한다. 두대의 중계기를 제작하여 단일직기 신호처리 장치의 고유번지를 바꾸어가며 시뮬레이션한 결과, 복수직기에 대하여서도 잘 동작함을 확인 하였다. 이때의 결과의 일부가 표 5에 나타나 있다.

표 5. 복수직기 모니터링 시뮬레이션 결과

loom#	error#	stoptime	downtime	loom#	error#	stoptime	downtime
1	243	00:23:10	11	7	241	00:27:13	12
2	243	00:23:10	11	8	241	00:27:13	12
3	243	00:23:10	11	1	241	00:27:13	12
4	243	00:23:11	12	2	241	00:27:13	12
5	243	00:23:11	12	3	241	00:27:14	13
6	243	00:23:11	12	5	245	00:27:36	10
7	243	00:23:11	12	6	245	00:27:37	11
8	243	00:23:11	12	7	245	00:27:37	12
3	242	00:23:34	11	8	245	00:27:37	12
4	242	00:23:34	11	1	245	00:27:37	12
5	242	00:23:34	8	2	245	00:27:37	11
6	242	00:23:35	9	3	245	00:27:38	12
7	242	00:23:35	12	2	243	00:28:01	11
8	242	00:23:35	12	3	243	00:28:01	11
1	242	00:23:35	12	5	243	00:28:01	12
2	242	00:23:35	12	6	243	00:28:01	12
1	241	00:25:35	12	7	243	00:28:01	11
2	241	00:25:36	11	8	243	00:28:02	12
3	241	00:25:36	11	1	243	00:28:02	12
4	241	00:25:36	11	1	242	00:28:25	12
5	241	00:25:36	12	2	242	00:28:25	11
6	241	00:25:36	12	3	242	00:28:25	11
7	241	00:25:36	12	5	242	00:28:26	12
8	241	00:25:37	12	6	242	00:28:26	12
1	245	00:25:59	10	7	242	00:28:27	13
2	245	00:26:00	11	8	242	00:28:27	13
3	245	00:26:00	12	1	241	00:28:49	10
4	245	00:26:00	12	2	241	00:28:49	11
5	245	00:26:00	12	3	241	00:28:50	12
6	245	00:26:00	12	5	241	00:28:50	12
7	245	00:26:00	11	6	241	00:28:50	12
8	245	00:26:01	12	7	241	00:28:50	12
8	243	00:26:24	11	8	241	00:28:50	12
1	243	00:26:24	12	7	245	00:29:13	10
2	243	00:26:24	11	8	245	00:29:13	10
3	243	00:26:25	12	1	245	00:29:14	12
5	243	00:26:25	12	2	245	00:29:14	12
6	243	00:26:26	13	3	245	00:29:14	12
7	243	00:26:26	13	5	245	00:29:14	11
7	242	00:26:48	11	6	245	00:29:15	12
8	242	00:26:48	11	7	243	00:29:38	11
1	242	00:26:48	11	8	243	00:29:38	11
2	242	00:26:49	12	1	243	00:29:38	12
3	242	00:26:49	12	2	243	00:29:38	12
5	242	00:26:49	12	3	243	00:29:38	11
6	242	00:26:49	12	5	243	00:29:39	12
5	241	00:27:12	10	6	243	00:29:39	12
6	241	00:27:12	11	5	242	00:30:02	11

8. 결론

수백대의 직기 운전 상태를 감시할 수 있는 직기자동 운전감시 시스템을 구성하였으며 이 연구를 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 직기자동 운전감시 시스템 설계를 위한 기본 개념 확립
- (2) 국산자동직기의 특성 해석
- (3) 새로운 센서 개발 능력 확보
- (4) 직기 운전 감시를 위한 단일직기 신호처리 장치, 중계기, 다중절환장치 개발
- (5) 각종 보고서 작성 능력 확보

참 고 문 헌

[1] F.Happey, Contemporary Textile Engineering, pp. 225-266, Academy Press, 1982.

[2] Quian Lin Li Yu-Lai, " A study of a Distributed Microcomputer Monitoring System of a Weaving Loom, " Beijing Textile Research Institute.