

컴퓨터 컬러 키친 시스템의 개발

박종규*, 윤성용*, 이용재**, 인태천*

* 원광대학교 공과대학 전기·전자공학부, ** (주) 올촌

Development of Computer Colour Kitchen System

Jonggyu Park*, Sungyong Yun*, Yongjae Lee**, Taechon Ahn

* School of Electrical & Electronics Eng. Wonkwang Univ., **Yeoulchon Co. LTD.

Abstract - In this paper, Computer Colour Kitchen System (CKKS) is developed on the basis of Delphi package and robust control concept. CKKS is widely used in the colour dye making industry as a dispensing system which have more advantages than the conventional. when controlling the real processes and systems. This decreases the running time and increases the accuracy and confidence of real system.

1. 서 론

섬유산업은 우리나라 경제 성장의 견인차 역할을 해 왔으나 근자에 와서는 급속한 사양화로 오히려 섬유수출국에서 섬유 수입국으로 전락할 위기에 처해 있으며 섬유산업 중에서도 염색공업은 대표적인 공해 물질 배출 및 3D업종으로써 더 심각한 실정이다. 특히 IMF시대를 극복하고 염색공업이 경쟁력을 회복하기 위해서는 신기술 개발에 의한 공장자동화로 고부가가치의 제품을 생산하는 체제로 전환이 시급히 요구된다.

염색공업에 있어서의 생산형태의 변화는 적은 종류의 물건은 대량으로 생산 한 다기보다는 많은 종류의 물건을 소량으로 생산하고 있는 실정이다. 날염에서도 예외는 아니어서 소량의 디자인을 대량으로 생산하기보다는 대량의 디자인을 소량씩 생산해 내고 이를 위해서는 많은 디자인을 확보하고 우수한 날염기술을 보유하고 있는 것도 중요하겠지만 여기다 빠른 시간에 염료의 색을 찾아내어 선택하고 정확한 색을 배합하는 것이 날염의 관건이라 할 수 있다.

하지만 날염기술의 선진국이라 할 수 있는 나라에서도 아직 전문인력이 디자인을 보고 색을 선택한 다음 다시 색을 만들어 내는 과정을 반복하고 있다. 이는 시간적으로나 인력 사용의 효율성 측면에서도 많은 문제점이 있다. 특히 매년 생산되어 나오는 색의 동일성에서는 치명적이다. 그래서 이들 색에 대한 데이터를 컴퓨터에 데이터 베이스 형태로 저장해 놓았다가 같은 색이 필요할 때 단순화된 작업 순서로 정확한 색을 생산해 내기 위한 시스템이 CKKS 이다. 이는 외국선진국에서 이미 생산이 되고 있지만 비싼 가격, 조작의 불편함, 작업의 효율성 문제 등과 더불어 Sample M/C 와 Product M/C가 서로 분리되어 있어 각기 다른 조건에서 계량을 행함으로써 많은 오차를 낳고, M/C의 크기가 상당히 클 뿐 아니라 계량에서 마지막 오차를 보정하는데 있어서 단순한 알고리즘을 사용함으로써 더욱 큰 오차를 인정하고 있는 상태이다.

그러므로 국내·외를 막론하고 염색기술 중 최대의 애로 기술인 Colour의 신속한 재현성, 즉 Buyer가 제시한 견본과 동일한 색상을 신속하게 대량생산할 수 있는 시스템의 개발이 절실히 필요하게 되었다. 본 연구에서는 이와 같은 애로사항을 극복할 수 있는 새로운 시스템을 PLC를 이용하여 개발하여 상품성을 인정받았다.

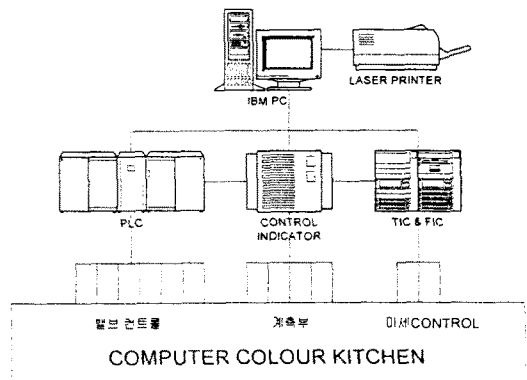
2. 본 론

2.1 Computer Colour Kitchen System

날염의 Colour는 기본 3원색을 가지고 20~30가지의 Mother Colour를 만든 다음 이를 다시 배합하여 수천, 수만 가지의 색상을 만들어 내는데 현재 국내외를 막론하고 Buyer가 원하는 100%의 Colour 재현성은 불가능하다.

그것은 날염의 색상선택과 작업진행 시 기술자의 경험 기술에 의존하고 있기 때문인데 이것은 우수한 기술자가 아무리 정확한 색상을 분석해 낸다고 해도 이 색상을 만들어 내는 과정에서 다시 다른 기술자의 혼합과정이 들어가고 이것은 매번 같은 색을 만들어 내는 데에 있어서 치명적인 오차로 작용하고 있다. 그래서 이 색상의 혼합 과정을 정밀한 저울을 이용하여 측량된 질량으로 데이터 데이터 베이스를 구축하고 다음 번 같은 색의 혼합이 필요할 때는 이 데이터 베이스를 이용해서 빠른 시간 내에 정확한 색상을 만들어 낸다.

아래의 <그림 1>에서 보여 주듯이 펜티엄 586급 PC, 제어 인디케이터, 값싼 소형 PLC 및 모듈화된 전용 제어기를 이용하여, PC에서는 감시, 제어 및 모니터링 기능이 강화되고, PLC에서는 자체 기능이 단순화되며, 모듈화된 제어기에서는 성능이 극대화될 수 있도록, 고정밀 및 고성능의 인공지능(AI) 기능을 갖는 고부가가치의 CKKS를 개발하려 한다.



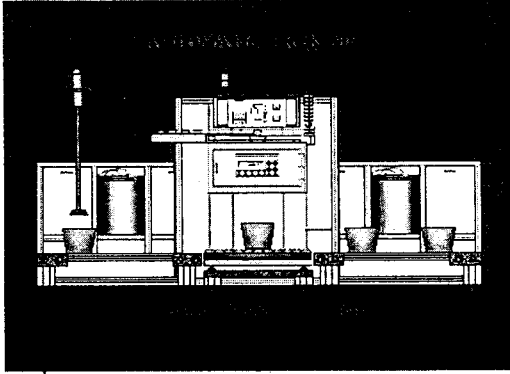
<그림 1> CKKS 구성도
Figure 1. Scheme Of CKKS

그리고 최근 산업 전반에 걸쳐 수요가 급증하고 있는 분산제어 시스템 (DCS)의 원리를 도입하여, PC는 모듈화된 제어기, PLC 및 제어 인디케이터 등을 총괄적으로 담당하게 하고, PLC는 色原料의 주입량을 제어하는 액츄에이터, 단순기능의 펌프 및 순환장치들을 제어하는 모터 및 모듈화된 제어기의 정보교환 기능 등을 담당하게 하며, 모듈화된 제어기는 CKKS에서 혼합된 색

원료의 色圖를 국제 色圖 表에 맞추어 제어하고 분석하는 기능을 담당하게 하는 방식으로, PLC와 PC사이의 역할분담을 분산 처리하는 새로운 DCS를 적용하였다.

또한 PC, PLC, 제어기 및 CCKS 프로세스의 기능을 최대한으로 활용할 수 있도록 시스템을 교묘하게 결합시켜, 감시, 제어 및 모니터링을 효과적으로 수행하는데 필요한 핵심기술이면서 隘路技術인 인터페이스 처리 기술도 적용하였다.

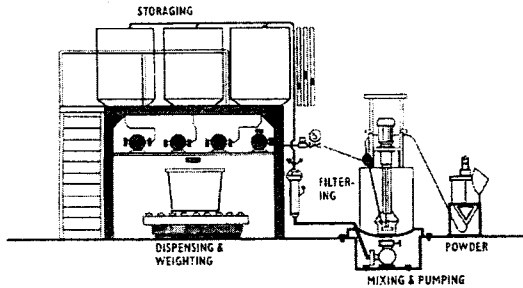
끝으로, 구성된 시스템들간의 운용상태를 총괄적으로 감시, 제어 및 모니터링 할 수 있는 시스템 통합(SI) 성격의 CCKS를 개발하였다.



〈그림 2〉 CCKS 완성도
Figure 2. Complete Diagram of CCKS

2.1.1 Automatic Thickener Preparation M/C

한편 이 CCKS에 쓰이는 염액에 원료가 되는 호료의 재래식 제조방법에도 문제가 있어 Gum(해초분말)에 물을 부어 8시간 정도를 팽윤시킨 다음 영근 필터(130mesh/inch)를 통과시켜 호료를 만드는데 처음부터 미립자의 크기가 불균일 하기 때문에 팽윤을 시켜도 당초 작은 미립자는 물로 변하고 큰입자는 작은 미립자로 변하여 8시간 경과 후에도 불균일 하기는 마찬가지이다. 이러한 호료를 가지고 염액을 만들어 사용하면 Screen이 자주 막히고 균염성, 침투성, 고착성, 탈호성의 저하로 고품질의 제품을 생산할 수 없다.



〈그림 3〉 Automatic Thickener Preparation M/C
Figure 3. Automatic Thickener Preparation M/C

이에 아래의 그림과 같은 Automatic Thickener Preparation M/C를 개발하여 CCKS의 Automatic Thickener Preparation는 Powder Tank에 Powder(원료)를 넣고 감속기 모터를 작동시켜 분말 덩어리를 파쇄한 다음 베르누이 정리를 응용하여 만든 특수 Ejector에 물을 공급하면 진공현상에 의해서 Powder가 Ejector로 빨려 들어와 물과 혼합되는 순간에 고속회전((3,600RPM/min)임펠러 위에 떨어지게

되고 임펠러에 의해 호료가 미립자로 분해된다. 약 20분간 임펠러를 계속 가동하여 교반시킨 다음 호료 이송 펌프를 가동하여 강제로 조밀한 필터(220 mesh/inch)를 통과시키면 균일한 극세 미립자의 양호한 호료가 만들어지며 이 때 이 물질도 모두 필터에 의해서 제거된다. 필터 Case를 거친 호료는 별도의 저장탱크에 저장된 다음 생산 지시서의 Recipe를 입력 후 생산 지시를 하면 정미 소요량이 생산되어 수 작업에 의한 계량 편차를 예방하고 호료를 만들기 위해서 소요되던 시간을 8시간 정도 단축시켜 필요시 호료를 바로 생산 공급할 수 있다.

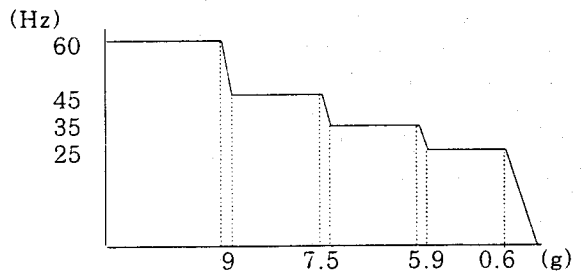
2.2 염료 생산 및 오차 보정 알고리즘

데이터 베이스 작업을 통해서 입력된 Data는 같은 색이 필요 할 때는 일일이 색의 Data를 만들지 않고 간단한 선택만으로 같은 색을 만들어 낼 수 있다. 이것은 정밀한 저울로 어떤 색에 섞이는 Mother Colour의 질량을 저장해 놨다가 같은 질량의 Mother Colour를 다시 섞으므로써 이뤄진다.

그러나 Mother Colour을 비롯한 염료들이 모두 점성을 가지는 액체상태이고 이것은 주위 상태에 따라 점도의 차이가 생기게 되어 계량 값의 오차에 영향을 미치게 된다. 또한 아무리 정밀하게 만들어진다 하더라도 각 노즐의 상태와 펌프의 효율의 차이도 무시할 수 없다. 이를 해결하기 위해서 하드웨어 설계 시에 인버터의 속도 단계를 4단계로 나누어서 원하는 값과 실제 값의 차에 의해서 펌프의 속도를 제어하도록 하고 가장 많은 영향을 미치는 마지막 단계의 오차 값은 여러 가지 상황에 따라서 사용자가 직접 정해 줄 수 있도록 프로그래밍 했다. 또한 이런 상황들이 노즐별로 혹은 시시각각으로 변하고 이 변화는 바로 오차로 직결됨으로 마지막 보정의 단계에서는 방울방울 떨어뜨리는 알고리즘을 통해서 마지막의 미량의 차이를 보정하도록 했다.

2.2.1 펌프효율 제어

CCKS에서는 인버터를 통한 단상 유도 전동기를 사용함으로써 각 모터의 속도를 4단계까지 조절할 수 있도록 설계되어 있다. 이는 빠른 유속에서는 정밀한 제어가 힘들고 느린 유속으로는 빠른 시간 내에 원하는 양을 생산해 낼 수 없기 때문에 설계되어 진 것으로 많은 실험을 거쳐서 단계별 값을 결정하였고 이를 실제 기계에 적용하여 사용했다.



〈그림 4〉 CCKS 인버터의 속도 단계와 범위
Figure 4. Speed steps and scope of CCKS inverter

〈그림 4〉에서 보여지듯이 처음단계는 60Hz의 최고의 속도로 오차가 9g이 될 때까지 가동되다 9g이하로 떨어지게 되면 저울이 안정될 때까지 약간의 시간을 주었다가 다음 단계의 속도인 45Hz의 속도로 7.5g의 편차가

될 때까지 가동된다. 이 단계를 반복하여 25Hz의 속도로 마지막 단계를 수행하는데 이 단계는 오차에 많은 영향을 주는 단계로 항상 약간은 적은 값을 가지도록 1 ~ 0 g 까지 사용자가 소프트웨어적으로 선택할 수 있도록 프로그래밍 되어 있다.(한번 색이 섞이면 다시 그 색만을 뽑아 낼 수 없으므로 시간이 허락하는 한도 내에서 마이너스(-)오차를 가지는 상태로 작업이 끝나도록 조정한다.)

2.2.2 보정 알고리즘

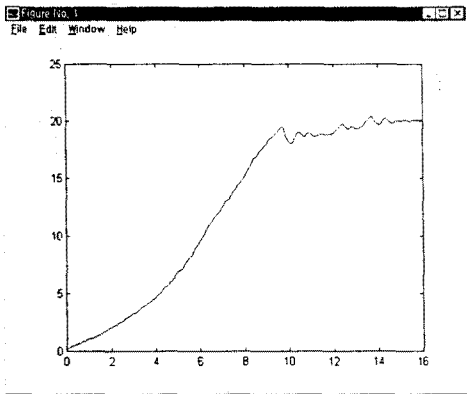
인버터 속도를 마지막까지 줄여서 -0.5g이내에서 모든 동작이 끝나고 나면 이 오차를 없애는 보정 알고리즘이 동작하도록 했다.

이 보정 알고리즘은 염료를 받을방울 떨어뜨리면서 정확한 값에 도달하게 하는 알고리즘으로 만약 그전 단계에서 너무 많은 오차가 났다면 이 보정 알고리즘에서 너무 많은 시간을 소비하게 됨으로 마지막 단계 값의 결정이 중요하게 된다. 또한 이 알고리즘이 수행될 때는 보다 미세한 양을 토출하기 위해서 인버터를 정지한 상태에서 배관내에 남아 있는 압력 만으로 토출을 하게 한다.

이 보정 알고리즘에서는 이렇게 많은 오차가 있을 때 소요되는 시간을 줄이기 위해서 오차의 크기와 방울이 떨어지는 시간 즉 뿔브가 열려 있는 시간을 선형적인 수식으로 표현할 수 있는 실험치 데이터를 얻어서 이를 사용하고 있다.

2.2.3 실제 적용의 결과

실제 위에서 설명한 알고리즘을 적용하여 CCKS의 샘플링 작업을 수행한 결과는 아래의 <그림 5>와 같다.



<그림 5> CCKS 샘플링 작업의 흐름

Figure 5. Process flow of CCKS sampling

x축은 시간을 나타내고, y축은 측정되는 무게를 표시한다. 여기서는 20g를 생산해 내는 과정을 데이터 파일을 이용하여 뽑은 것으로 여기서 알 수 있듯이 인버터의 무게에 따른 단계별 운전은 별로 그래프의 기울기에 영향을 미치지 않는 것같이 보인다. 하지만 이것은 정도가 있는 액체이기 때문이며 실제로 이 인버터 속도단계를 조정하는 것이 시간과 오차에 많은 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 이 그래프에 따르면 20g에 수렴하기 위해서 2번의 보정 과정을 거친 것을 확인할 수 있다. 보정 과정은 3번 이내가 가장 적당하며 보정 과정이 많을수록 정확도는 향상되지만 작업시간이 많이 늘어나서 원하는 작업시간을 못 맞추는 경우가 발생하게 된다.

3. 결 론

본 연구의 핵심은 컴퓨터와 제어기의 유기적인 결합으로 컴퓨터의 우수한 데이터 처리능력과 PLC의 안정적인 Plant관리 능력을 유기적으로 결합하여 미리 확보된 정량적인 데이터를 사용하여 Plant의 상태를 감시해 가며 정확한 결과를 얻는데 있다. 이는 실제로는 주위의 많은 상태의 변화에 따라 큰 변화를 나타내는 정도를 가지는 염료의 질량을 정확히 맞추는데 사용되었으며 소요 시간의 단축과 정확도의 확보가 관건이 되었다.

하지만 이번 연구에서는 주위의 환경에 적응해 가는 강인한 제어기를 구성하는데 미흡한 면이 있었지만 정도를 가지는 염료의 많은 특성들을 파악 할 수 있었고 여기에 대한 많은 데이터를 얻을 수 있어서 이 적응제어기는 다음 연구 과제로 남겨 둔다.

CCKS는 현재 중국의 섬유공장에서 실제 날염작업에 사용되고 있으며 작업의 속도와 정밀도에서 우수한 성능을 인정받고 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] Shim, Kyu-Don. "Development of a fully-controlled plant growth system.", M.S. thesis. Seoul National University.,1992
- [2] k.Astrom and b.Wittenmark. Adaptive Control, Addison wesley, 1988.2
- [3] Paul Thurrott, Gary Brent, Richard Bagdazian, Steve Tendon, "Delphi3 Superbible ". Waite Group Press, 1997
- [4] 차영배, "Micro Controller 80196". 다음세대, 1996
- [5] Paul Kimmel.. "Building Delphi 2.0 Database Applications" daerim Publishing Company, 1996
- [6] Richard C.Dorf. "Modern Control Systems". Addison-Wesley Publishing Company, 1992
- [7] GeneF. Franklin, J.David Powell, Abbas Emami-Naeini . "Feedback Control of Dynamic System". Addison-Wesley Publishing Company, 1991