

지식 기반 공정 제어 지원 시스템 개발

박 명 국, 이 인 범*

LG생산기술원, 포항공대*

1. 서론

최근 들어 제조업 분야의 핵심 역량의 하나로서, 그 기업이 축적하여 사용할 수 있는 지식의 양과 질에 관심이 고조되고 있다. 과거에도 지식 또는 노하우는 소중히 여겨져 왔지만, 대부분 제품 자체를 이룰 수 있는 하드웨어적인 기술적 지식이 강조되었고 제품의 생산 공정 중에 발생하는 다양한 문제를 해결하는 공정 제어 측면의 지식에 대해서는 상대적으로 덜 강조되어 왔다. 그러나 갈수록 경쟁이 치열해 지고 있는 요즘의 상황에서 같은 성능의 제품을 빠른 시간 안에 적은 비용으로 생산해 내는 것이 경쟁력을 높이는 방법이라는 인식하에 보다 효율적이고 효과적인 공정 제어를 수행하는데 많은 노력이 이루어지고 있다. 그러나 생산 공정에 대한 지식을 축적하여 재활용함으로써 기업의 경쟁력을 높이는 작업이 쉬운 일만은 아니다. 제품 자체에 대한 기술적 노하우는 이론적이고 정형적인 것이 대부분이어서 설계 도면과 같은 구체적인 형태로 나타내기 쉬운 반면, 생산 공정에 대한 노하우는 생산 현장의 동적인 성격이 야기하는 문제의 비정형성 및 복잡성으로 인해 구체적인 형태로 나타내기 어려운 성격을 지니고 있다. 그러므로 공정 관련 핵심 노하우의 대다수는 관련 작업자의 머리에만 존재하며 그로 인해 대부분의 제조 현장에서는 작업자의 경험적 지식이 제대로 축적, 정립되어 활용되지 못하고 있는 실정이다. 그 결과 작업자들은 자신이 경험하지 못했던 문제들에 대해서는 시행 착오를 통해서만 해결이 가능하고, 이에 따른 문제 해결 시간 및 해결책의 질적인 측면에서 손해를 보게 된다. 또한 지식의 공유 및 재활용이 없이는 공정 제어의 표준화가 어렵고 이에 따라 작업자간의 협업 체계를 구성하기 힘들며 신입 작업자에 대한 교육은 도제 형식을 벗어나지 못하고 있다. 따라서 해외의 현지 생산 라인 구축과 같은 공장의 확장 시 신입 작업자를 교육시켜 어느 정도

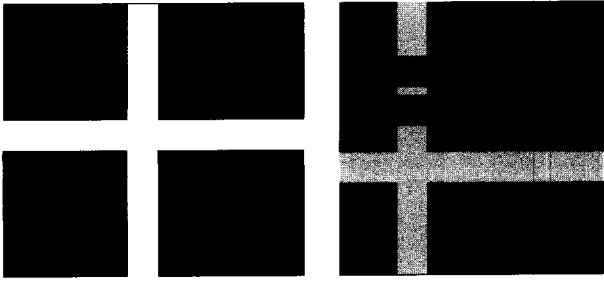
수준에 도달시키기까지 상당한 시간이 걸리는 문제점을 야기한다.

본 연구는 컴퓨터 모니터에서 CDT(Color Display Tube) 안의 핵심 부품 중 하나인 DY(Deflection Yoke)의 생산 공정 중에서 권선 공정의 파라미터 제어를 대상으로 하고 있다. 권선 공정 제어는 이상 증상 진단과 조정 지시라는 두 가지 과정을 통해서 이루어 지는데, 수리사라고 불리는 관련 전문가가 양산 과정에 있는 제품의 이상 증상을 파악해서 이에 대한 해결책으로서 권선기의 파라미터를 파악된 증상에 맞게 조정하는 과정을 거치게 된다. 따라서 권선 공정 제어의 자동화를 위해서 DY 제품의 문제점을 파악하는 진단 과정에서 사용되는 수리사의 지식과 진단 결과에 대한 해결책인 공정 파라미터의 조정 지시 과정에서 사용되는 지식, 두 가지로 나누어서 지식 추출이 시도되어야 한다. 본 논문은 진단 결과에 대한 해결책인 공정 파라미터의 조정 지시 과정에 대해 지식기반시스템을 구축한 결과를 다루고 있다.

본 연구는 DY 생산 과정에서 의사결정 과정에 관련된 지식을 통합 환경하에서 축적하고 공유하며, 새로운 문제에 대해 축적된 사례와 지식에 기반을 두어 문제를 해결하는 시스템의 구축 방법론 및 구현된 시스템의 평가에 대한 소개를 담고 있다. 본 논문은 총 5절로 구성되어 있다. 제 2절에서는 본 연구에서 모델로 삼고 있는 DY의 소개 및 연구에 대한 필요성에 대해 살펴 본다. 그리고 3절에서는 주요 연구 방법론 및 조정 지시 구축 프로세스에 대해 살펴 보고 4절에서는 개발된 시스템의 수행도 평가 결과에 대해 설명할 것이다. 마지막 절에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시한다.

2. DY(Deflection Yoke) 생산 공정에 관한 소개

본 연구는 DY 생산 공정을 대상으로 지식의 축



(a) 좋은 컨버전스 (b)나쁜 컨버전스

그림 1. 좋은 컨버전스와 나쁜 컨버전스.

적 및 획득, 그리고 의사결정을 지원해 주는 자동화 시스템 개발하였다. DY는 컴퓨터 모니터에서 CDT(Color Display Tube) 안의 핵심 부품 중 하나로서 수평, 수직 코일로 구성 되는데, 이들은 자계(magnetic field)를 생성시켜 전자빔을 수평 그리고 수직으로 편향시킨다. 편향된 빔은 CDT 스크린 상에 수렴(converge)되어 컨버전스 패턴을 이룬다. 컨버전스 패턴은 모양에 따라 CDT 품질에 많은 영향을 미친다.

그림 1은 스크린상의 어느 한 포인트에서 좋은 컨버전스 상태와 나쁜 컨버전스 상태의 한 예를 나타내고 있다. 대체로 좋은 상태는 수직, 수평의 R, G, B 광선이 각각 한 곳으로 모이는 형태를 취하며 각 광선간의 거리가 멀수록 수렴의 정도가 불량이라고 말할 수 있다. 이러한 수렴의 정도는 스크린상의 약 17개 주요 포인트에서 동시에 측정되는데, 수렴되지 않은 포인트들의 위치와 불량 수렴의 형태의 조합에 따라 다양한 이상 패턴이 형성된다. 실제 생산 공정에서는 스크린 상의 주요 포인트에 카메라로 수렴된 R, G, B 광선간의 거리를 체크하여 DY의 편향 역할을 평가하게 된다.

DY 생산 공정은 일반적으로 권선(coil winding), 조립(assembly), 체크(convergence check) 공정으로 이루어진다. 좋은 컨버전스 패턴은 DY생산의 근본 목표다. 세 공정 중 권선과 체크 공정에서 DY 품질에 직접 연관되는 컨버전스 패턴이 결정된다. 대체로 체크 공정에서는 몇 개의 간단한 이상 패턴에 대해 보정 시트를 코일의 적당한 위치에 붙임으로써 고칠 수 있다. 그러나 체크 공정에서 고칠 수 없는 이상 패턴이 발생한다면 양산 한계치를 위협하는 품질(컨버전스)이 나온다면 수리사는 권선 공정의 권선 파라미터를 조정하여 양품의 DY가 생산되도록 조치를 취하게 된다. 하지만 권선 공정 단

표 1. 증상별 조정내역 예.

| 증상 | Z Position(mm) | Y Position(mm) | Pin Position(mm) | No. of Turn(turn) |
|------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|
| S1 | | | +0.5 | |
| S1, S2, S3 | -0.1 | | -0.2 | -2 |
| S2 | +0.1 | -0.1 | | +3 |
| S2, S3 | | | | |
| S3 | +0.3 | -0.3 | | |

계는 체크 공정에 비해 조치에 대한 시간이 오래 걸리고 고도의 전문적인 지식이 필요하다. 따라서 체크 공정 보다는 권선 공정에서 적시에 올바른 조치를 취하는 것이 DY 품질 및 생산성 향상에 기여할 수 있을 것이다. 표 1은 실제 증상에 대해 수리사가 판단한 파라미터 조정 내역 중 일부를 표현한 테이블이다.

이와 같은 DY 권선 공정의 특징을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 약 30개 이상의 입력 변수 즉, 특성치들의 조합에 대해 증상을 지정해야 하며, 약 50개 이상의 공정 계수(Process Parameter)들 중 몇 개를 선정하여 정량화된 값을 주는 조정 지시를 해줘야 한다. 또한 증상은 여러 개가 동시에 지정될 수 있으며 이들 증상간에는 서로 상관 관계를 가지고 있으므로 지정된 증상들의 조합을 보고 수리사가 의사결정을 해야 한다. 이러한 문제의 복잡성 때문에 적절히 의사결정을 도와 줄 수 있는 객관화되고 일관된 체계를 구축하지 못했고, 작업자는 지금까지의 경험에 의한 시행 착오적 방법으로 불량 품질(bad convergence)을 개선해야 한다.

둘째, 위에서 언급한 주먹구구식 문제 해결 방식은 수리사 개인의 경험 정도가 수행도와 직결되므로 고참 수리사에 대한 의존도가 높고 같은 문제 패턴에 대해서도 수리사마다 지정하는 증상이나 조정 지시가 서로 다른 경우가 많다. 따라서 증상 지정 및 조정 지시를 표준화하기가 어렵고 신입 작업자에 대한 일관된 교육이 이루어지기 힘들므로 도제 방식을 택할 수밖에 없는 실정이다.

지금까지 살펴본 바와 같이 DY 생산 공정 중 특히 권선 공정에서의 공정제어는 고도의 숙련된 경험적 지식이 요구된다. 그러나 이러한 경험을 가진 숙련자가 적고 초보자가 어느 정도 수준의 지식을 얻기까지는 많은 시행착오를 거쳐야 하는 등 권선 공정의 공정 제어가 DY 생산성 및 품질 향상에 가장 큰 걸림돌로 인지되고 있었다. 따라서, 본 연구

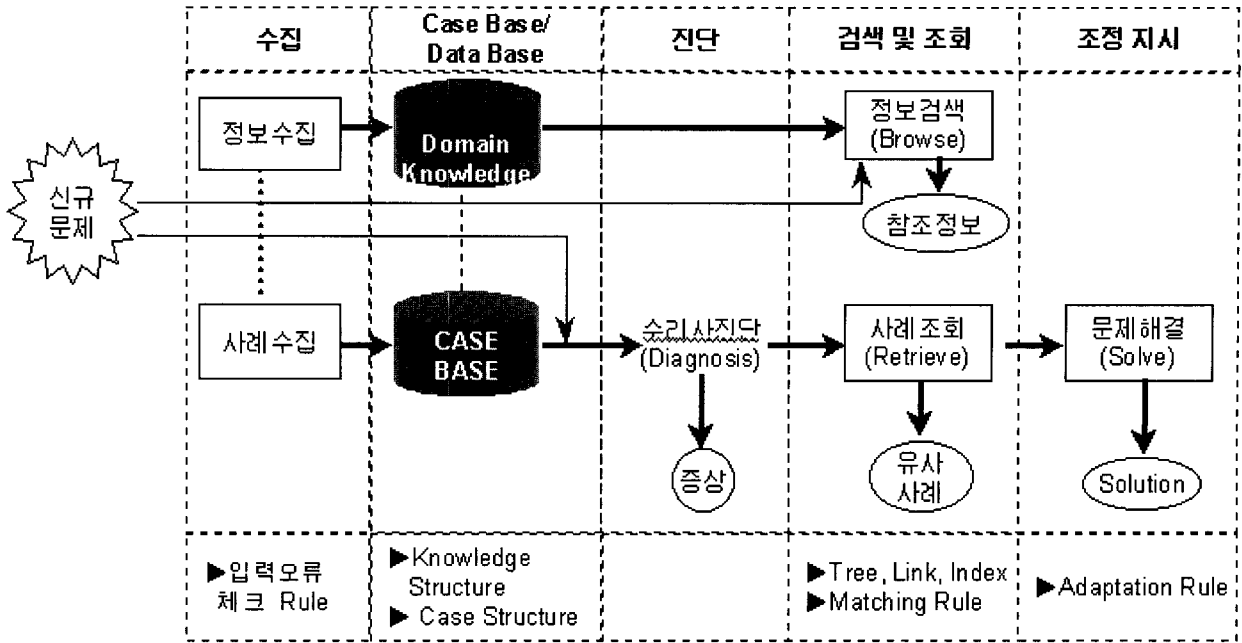


그림 2. KBPCS의 체계도.

는 DY 생산 공정 중 권선 공정에 관한 의사 결정을 지원해 주는 자동화 시스템을 개발하고자 한다.

앞서 언급했듯이 권선 공정 제어는 이상 패턴에 대한 증상 진단과 권선 파라미터 조정 지시라는 두 가지 과정을 통해서 이루어 지는데, 본 논문에서는 권선 파라미터 조정 지시를 대상으로 하고 있다.

3. KBPCS(Knowledge Based Process Control Supporting System) 개발 단계

본 연구에서 개발된 시스템인 KBPCS(Knowledge Based Process Control Supporting System)의 체계도는 그림 2와 같다. 새로운 문제가 발생했을 때 작업자가 증상을 지정하면 KBPCS는 가장 유사한 사례를 찾은 후 그 사례의 조정 지시에 대해 적응 절차(adaptation)를 거쳐 현재의 문제 패턴에 맞게 변형된 조정 지시를 문제의 최종 해로 출력하게 된다.

3.1 사례베이스(Case Base)의 구성

DY 생산 공정을 분석해 본 결과 공정 계수들의 비선형적인 상관관계로 말미암아 조정지시에 관련된 지식을 규칙으로 표현하기 어려운 점, 작업자들에 문제 해결 경험을 공유하고 전달할 필요가 있는 측면, 그리고 문제 해결 사례들을 컴퓨터 상에 그대로 표현하고 저장하기 쉬운 점 등 사례 기반 추론(CBR)을 채용하기 좋은 도메인(domain)이었

기 때문에 사례 기반 추론을 본 연구의 기본적인 접근 방법으로 채택하였다.

사례 기반 추론의 기본 개념은 인간은 새로운 문제를 해결하기 위해 전에 사용했던 비슷한 사례를 기억해서 그에 대한 해결 경험을 재사용한다는 것이다(Kolodner, 1993). 여기서 사례란 과거의 문제 상황과 그것을 해결했던 경험이며, 일반적으로 문제 데이터, 조치 사항, 조치 후의 결과 데이터로 이루어진다. 사례 기반 추론은 경험적 지식을 활용하여 빠르고 정확한 문제 해결을 지원하고, 사례를 통해 제조 노하우를 눈으로 확인하며 배울 수 있어 훈련 기간을 단축시킬 수 있다(Ketler, 1993).

사례 기반 추론은 공학, 의학, 사회 과학, 법률 및 정치학 등 인간의 모든 의사 결정 과정에 적용될 수 있다. 어떤 분야에서건 실무 종사자들은 그들이 만나는 문제가 평범하건 아니면 혁신적인 사고를 요하건 간에 그들의 의사 결정에 과거의 선례를 참고하기 때문이다. 최근 사례 기반 추론 분야는 많은 연구 결과와 상업용 툴이 개발되는 등 빠른 성장을 하고 있다(Mott, 1993). 국내에서도 철강 제품의 품질 설계에 적용되었고(고영관 외, 1997), 복사기 제조 업체의 고장 진단에 적용된 사례도 있다(이재식 외, 1995).

이러한 사례 기반 추론에서 사례를 정의할 때, 문제 해결 과정에 사용된 중요 정보들이 빠짐없이 사례의 구성 요소로 들어가야 한다. 본 연구에서는 그림 3과 같이 사례를 정의하였다. 사례의 기본적

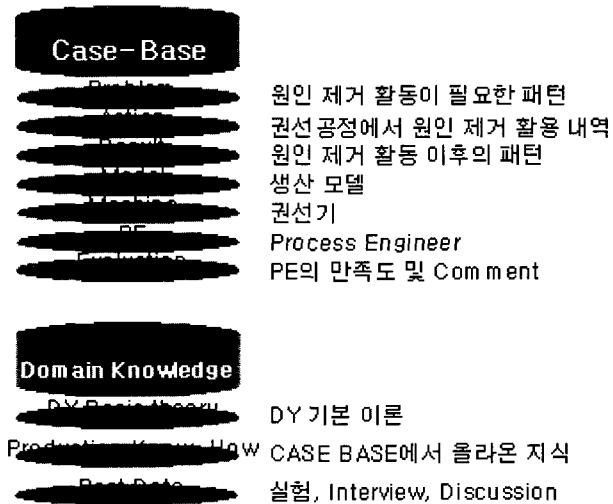


그림 3. 사례 및 도메인 지식 구조.

인 구성 요소인 문제 패턴, 조정 지시 내역, 결과 패턴 외에 실제 생산 공정에서 문제 영역을 분할하는 요소인 생산 모델, 권선기, 수리사(PE; Process Engineer)를 포함시킨다. 그리고 PE의 사례에 대한 평가 정보가 들어감으로써 1개의 사례는 완성된다.

지식 기반 시스템 구축에서 지식 공학자(knowledge engineer)가 정리해야 되는 도메인 지식을 정리하여 지식 사전 성격인 도메인 지식 데이터베이스에 넣었다. 그리고 사례 베이스 안에 충분히 사례가 축적된 증상에 대해서는 신뢰도 있는 분석이 가능하므로 규칙 형태로 만들어 도메인 지식 데이터베이스에 level up 시킬 수 있다. Tree, Link, Index로 각 Knowledge는 묶어 사용자(PE)들이 신규 문제 패턴에 대응시 참조 정보를 검색해 사용할 수 있다. 신참 수리사는 이 지식을 사용하여 먼저 일반적인 지식을 습득한 후 특정한 지식을 사례와 함께 배울 수 있어 학습 시간이 감소될 수 있다. 즉 증상 S1에 대한 특정 상황에 대한 지식 Set 만을 학습하는 것 보다는 S1에 대한 공통적 수리 지식과 함께 S1에 대한 특정 상황에 대한 지식 Set을 학습하는 것이 좀더 효과적인 훈련이 될 것이다.

3.2 조정 지시

본 연구에서 문제 해결 시 사례를 입력한 수리사를 그 능력에 따라 2가지의 종류(Class)로 구분하였다. Class 1에는 6년 이상의 수리사 중 공정 제어의 효율 및 정확도가 높다고 평가된 사람들, Class 2에는 Class 1의 선발에서 제외된 6년 이상 경력의 수리사 및 기타 수리사가 포함된다. 이들의 분류는 12년 이상의 최고참 수리사들의 상대적인 평가를

기본으로 한다. 수리사들을 구분한 이유는 공정 제어의 효율 및 정확도가 높은 수리사들의 사례를 우선적으로 KBPCS 해의 근간으로 삼음으로써 KBPCS의 공정 제어 지원의 수행도를 높이고 수리사들에게 KBPCS 해에 대해 신뢰감을 줌으로써 활용도를 높이기 위함이다.

본 연구에서는 similarity factors를 수리사와의 인터뷰 및 행태 분석을 통해 파악하였다. 수리사는 지정된 증상에 따라 조정해야 할 공정 파라미터들을 결정하고 지정된 증상의 크기에 따라 해당 공정 파라미터들의 조정 정도를 산출해 낸다. 증상의 크기는 각 증상마다 특성치라는 정량적인 수치를 사용해서 나타낼 수 있으며, 이는 공정 중 시스템에서 제공하며 이 값을 통해 수리사들이 문제 증상의 심한 정도를 결정한다.

각 문제 증상의 특성치를 고려한 공정 파라미터들의 정량적 조정 지시를 위해 앞 단계에서 생성된 유사사례를 바탕으로 CBR의 한 과정인 적용을 수행한다. 적용 전략은 수리사의 의사 결정 전략을 담고 있다. 본 연구에서는 2가지 사항을 포함하고 있다. 첫째, 수리사의 행태 분석 결과 이들은 조정 정도를 결정할 때 위험 회피형의 의사결정을 하고 있다. 즉, 증상의 크기와 공정 파라미터의 조정 정도는 서로 일정한 비례 관계에 있지 않고 증상의 크기가 증가할수록 그에 해당되는 조정의 크기는 증가량이 감소하는 현상을 보이고 있다. 가중치를 계산할 때 위험회피함수로서 square root를 사용함으로써 이를 반영시켰다. 둘째, 사례 분석 결과 및 인터뷰를 통해 각각의 공정 파라미터마다 해당되는 조정 상한치를 결정하였다. 이에 따라 시스템에 의한 조정지시의 결과가 앞에서 결정된 조정 상한치를 넘으면 조정지시의 결과를 cutting시켜 해당 조정 상한치를 해로 발생시킨다. 유사사례로부터의 구체적인 조정지시 결정 과정은 아래와 같다.

Notation

- S ... a set of selected symptoms from a target problem
- S_i^T ... the feature value of the *i*th symptom in the S
- S_i^C ... the feature value of the same symptom of a similar case as the *i*th symptom in the S
- wfi ... weight factor for the *i*th symptom in the S
- P_i ... a set of process parameters to be controlled for adjusting the *i*th symptom in the S

- P_{ij}^T ... the value of the j th process parameter in the P_i
- P_{ij}^C ... the value of the same process parameter of a similar case as the j th process parameter in the P_i
- E_j ... upper limit value for the j th process parameter in the P_i

For each i th symptom in the S

STEP 1. Calculation of weight factor for the i th symptom in the S considering PE's risk aversion tendency:

$$wfi = f_{RA}(S_i^T / S_i^C)$$

,where $f_{RA}(x) = x^{1/2}$

STEP 2. For each corresponding j th process parameter in the P_i

If $wfi \times P_{ij}^C < E_j$ Then $P_{ij}^T = wfi \times P_{ij}^C$
 Else $P_{ij}^T = E_j$

위의 과정에 의해 결정된 조정지시 내역은 그림 4의 우측 부분에서와 같이 해당 권선 파라미터 부분에 직접 제시된다. 이와 함께 수리사마다 처한 환경의 특수성에 따라 수리 방법이 달라질 수 있을 경우, 그림 4에서 제시된 조정 지시외에 유사사례를 조회하여 수리를 할 수 있도록 하고 있다. 참고로 그림 4에서 좌측 위쪽 부분은 해결해야 할 문제 패턴을 그림으로 나타내고 있고, 그 아래 부분은 사용자가 인지한 증상을 체크하는 부분이다.

4. 시스템 평가

시스템 평가를 위하여 본 연구에서는 다음 2단계로 평가를 하였다. 첫째, 수리사와의 비교를 통해 KBPCS가 가지고 있는 지능의 정도를 파악한다. 둘째, 현장 적용 평가를 통해 KBPCS의 실용성을 파악할 수 있다.

4.1 수리사와의 비교

진단 및 조정지시 평가 데이터는 축적된 사례 중 실제 생산 라인에서 발생하는 각각의 증상들의 빈도에 비례하여 50개의 문제 패턴을 선택하였다. 피실험자는 평균 3년차, 평균 5년차 그리고 평균 12년차 2명씩 3 그룹으로 나누어 실험을 수행하였다. 문제 제시 방법은 50개 문제 패턴을 임의의 순서로 KBPCS를 통해 보여주고 증상을 지정한 후 조정지시 내역을 결정하도록 하였다. 평균 12년차의 수리사의 조정 지시를 정답으로 가정하여 이 결과를 동일한 증상 지정에 대해서 KBPCS가 보여주는 조

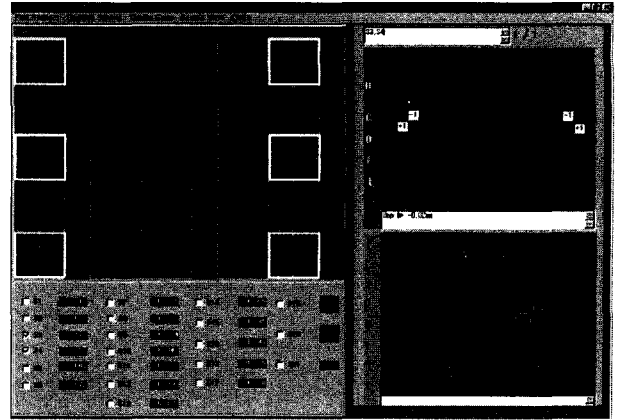


그림 4. KBPCS의 문제 해결 화면 중 한 예.

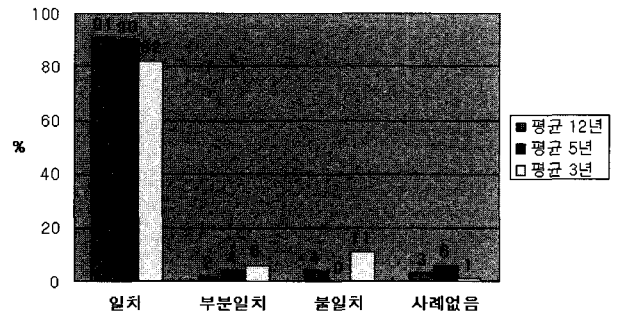


그림 5. KBPCS의 평가 결과.

정 지시 내역과 비교하였다. 평균 5년차, 3년차의 조정 지시 내역은 평균 12년차의 수리사가 정확도를 판단하도록 하였다.

정확성 평가 결과 그림 5와 같이 KBPCS의 조정 지시는 5년에서 12년 수리사의 수리 내역을 90% 반영함을 보였다. 평균 5년 이상의 수리사와 부분 일치 및 불일치되는 경우 축적된 사례가 20개 미만인 증상이었으며, 20개 이상의 사례가 모아질 경우 KBPCS 조정 지시가 고참 수리사와 일치되는 결과를 냈다. 이는 실제 현상이 상당히 복잡하고 조치 방법도 매우 다양할 지라도 수리사들이 어느 정도 정형화된 방법 내에서 문제 해결을 하고 있음을 보여 주는 결과이다.

4.2 현장 적용 평가

현장 적용 평가는 실제 수리사들이 현장에서 부딪히는 문제 패턴들을 대상으로 KBPCS의 조정 지시를 받아 한번에 수리될 수 있는가의 여부를 평가한다. 총 21개의 문제 패턴을 평가하였으며, 조정 지시에서 93% 이상의 정확도를 가지며 문제 해결을 하고 있다.

본 결과는 실제 현장에서 KBPCS가 의사결정을 할 때 충분히 도움을 줄 수 있을 것이라고 판단된다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구는 DY(Deflection Yoke)의 생산 공정 중에서 권선 공정의 파라미터 제어에 관련된 지식을 통합 환경하에서 축적하고 공유하여 수리사들의 의사결정을 지원해 주는 시스템인 KBPCS를 개발하고 이를 생산 라인에서 직접 평가하였다.

CDT의 권선 생산 공정에서 전문가의 지식을 사례로 축적하여 새로운 문제가 발생했을 때 먼저 가장 유사한 사례를 찾은 후 이에 대한 해결책을 문제의 구조에 맞게 적용 과정을 거쳐 새로운 해결책을 제시한다.

KBPCS를 새로운 문제들에 대해 평가해 본 결과 증상 지정 및 파라미터 조정 지시에서 중급 수준 정도인 평균 5년 이상의 경력을 가진 수리사들의 정확도를 가지는 것으로 평가되었으며, 실제 현장 적용 결과 수리사들로부터 의사 결정에 도움을 줄 수 있다는 평가를 받았다.

개발된 시스템은 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다. 첫째, 경험적 지식의 공유이다. 새로 발생한 문제와 해결책에 대한 경험을 공유하고 이것이 나중에 재사용될 수 있다. 둘째, 신입 수리사의 훈련 시간을 감소시킬 수 있고 작업자가 시스템을 통해 노하우를 빠른 시간에 얻을 수 있다. 셋째, 문제 해결을 명확하고 빠르게 지원할 수 있다. 기존의 경험에 근거하므로 해결책의 근거가 명확하고 기존 작업자보다 빠르게 문제를 해결할 수 있다.

1절에서 언급했듯이 DY 권선 공정에서 수리사의 지식은 DY 제품의 문제점을 파악하는 진단 과정에서 사용되는 수리사의 지식과 진단 결과에 대한 해결책인 공정 파라미터의 조정 지시 과정에서 사용되는 지식, 두 가지로 나눌 수 있다. 이 중 증상 지정은 수많은 입력 변수들을 고려해야 하고 후보 증상들의 상관 관계에 따라 지정되는 증상이 달라지는 등 복잡한 인지적 과정과 함께 깊이 있는 지식을 필요로 한다.

현재 완전한 DY 권선 공정의 자동화를 위해서 자동 증상 지정 모듈을 개발 중이며, 더 정확한 조정 지시를 위해 KBPCS가 평균 8-9년차 이상의 정

확도를 가질 수 있도록 보완하는 연구가 진행 중이다.

참고문헌

- [1] Ketler, K., Case-Based Reasoning : An Introduction, Expert systems with Applications, vol. 6, pp. 3-8, 1993.
- [2] Kolodner, J., 1993, Case-Based Reasoning, Morgan Kaufmann publishers, Inc., 1993.
- [3] Mott, S., Case-Based Reasoning : Market, Applications, and Fit With Other Technologies, Expert systems with Applications, vol. 6, pp. 97-104, 1993.
- [4] 고영관, 박상혁, 서민수, 임여중, 사례기반 추론을 이용한 열연제품 품질 설계 지원 시스템, 한국 전문가 시스템 학회지, 제3권 제1호, pp. 101-109, 1997.
- [5] 이재식, 전용준, 사례 기반 추론에 근거한 설비 이상 진단 시스템, 한국 전문가 시스템 학회지, 제2호, pp. 85-102, 1995.

저자소개

박 명 국

1993년 한양 대학교 산업 공학과 학사
1995년 한국 과학 기술원 산업 공학과 석사
1995년 - 현재 LG생산기술원 주임 연구원

<관심분야>

- 지식 공학
- 인지 공학
- 인공 지능 응용

<연락처>

Email: mkpark@lge.co.kr

이 인 범

1995년 한국 과학 기술원 기계 공학과 학사
1997년 포항 공과 대학교 산업 공학과 석사
1997년 - 현재 LG생산기술원 연구원

<관심분야>

- 지식 공학
- 데이터 마이닝

<연락처>

Email: iblee@lge.co.kr