

합리적인 檢査運營을 위한 전문가 시스템†

金成寅* · 李春燮* · 梁在烈** · 王漢哲**

An Expert System for Administration of Inspections

S.I. Kim*, C.S. Lee*, J.Y. Yang** and H.C. Wang**

Abstract

Whenever environment allows for a more efficient application of the advanced methods published in books or articles, such methods must necessarily be applied in practice. One of the major reasons why the numerous methods are ignored is the lack of experts who could make selections of proper inspection method. An expert system which would perform as if each factory had a resident expert is developed.

The expert system is mainly comprised of three parts. The first part presents the performance measures of the inspection methods currently used or inquired. The system includes almost all the inspection methods presented in Schilling's book. The second part presents an appropriate inspection method by inputting various environments through the user interface. The third part prints the inspection methods in accordance with the format which will be used in the field, stores the inspection results that follow, and then administers the acceptance inspection as a system by considering the past results.

1. 서 론

국내외의 어려운 여건과 치열한 경쟁을 이기고 품질 및 생산성을 향상시키기 위하여는 品質管理만이 유일한 길이라는 것이 널리 인식되어 있기는 하다. 품질관리를 실천하고 있는 기업이 4,000여

사를 넘어 있고, 전국 근로자의 반수에 가까운 100만명 이상의 근로자가 품질관리 분임조에 참여하고 있다는 숫자가 이를 말하여 주고 있다. 이제는 품질관리가 우리나라의 전 산업에 정착되었다고 보는 것이 일반적인 견해이다. 그러나 좀 더 깊이 들어가 그 실상을 살펴보면 우리나라의 품질관리가 형식

† 이 논문은 한국과학재단의 목적기초연구와 대우전자 주식회사의 연구비 지원으로 이루어졌음.

* 고려대학교 공과대학 산업공학과

** 대우전자 주식회사

에만 치우쳐 양적으로만 팽창되어 있지 기본에 충실하지 못하고 고급화도 되어 있지 못한 과도적 단계에 머물고 있어 품질관리로부터 얻을 수 있는 효과의 많은 부분을 놓치고 있다. 가장 큰 이유는 품질관리를 제대로 아는 專門家가 부족하기 때문이다.

품질관리에서 가장 핵심 또는 기본이 되는 필수적인 부분은 檢査(全數檢査, 샘플링 檢査 또는 無檢査까지 포함)이다. 어떠한 현장에서건 이를 통하여 제품(완제품 또는 반제품 포함)의 품질을 평가하고 이에 따른 조치를 취하여 품질을 높이고 있다. 이러한 전수검사, 샘플링 검사, 무검사는 경제성을 고려하여 결정하는 것이 바람직하며 이러한 결정은 품질의 정도에 따라 이루어진다. 그러나 품질은 고정되어 있는 것이 아니라, 내적·외적 요인에 의하여 항상 변화하므로 품질향상의 진행에 따라 전수검사로부터 샘플링 검사로, 샘플링 검사로부터 무검사로 진행되어야 하고 이것이 적절하게 管理, 運營되어야 한다. 즉, 검사는 靜的인 것이 아니라 動的인 것으로 계속 변화하는 상황에 따라 적응하는 하나의 시스템으로 파악되고 관리되어야 한다(그림 1 참조[6]).

샘플링 검사만 하더라도 目的, 概念에 따라 多様な 검사방식이 개발되어 있고, 제각기 현장에서의 적용성, 효과, 비용 등이 다르다. 예를 들어 조정형 검사방식은 공급자가 다수인 경우 장기적인 안목에서의 품질보증과 검사방식에 의한 공급자의 관리가 필요한 경우에 적합하고, 연속 생산형 검사방식은 큰베이어 생산방식과 같은 연속적인 생산공정에서 검사 로트를 형성하기 어려운 경우에 적합하며, 체크 검사는 오랫동안 거래 관계를 유지하면서 과거의 검사성적이 좋고 공정이 안정된 경우에 적합한 검사방식이다. 따라서 검사의 목적과 검사 환경에 따라 적절한 검사방식을 선택하여야 한다. 잘못된 검사방식을 적용하면 불필요한 품질비용의 지출을 초래할 뿐만 아니라 본래의 목적과는 정반대의 효과를 가져올 수도 있다. 따라서 각 검

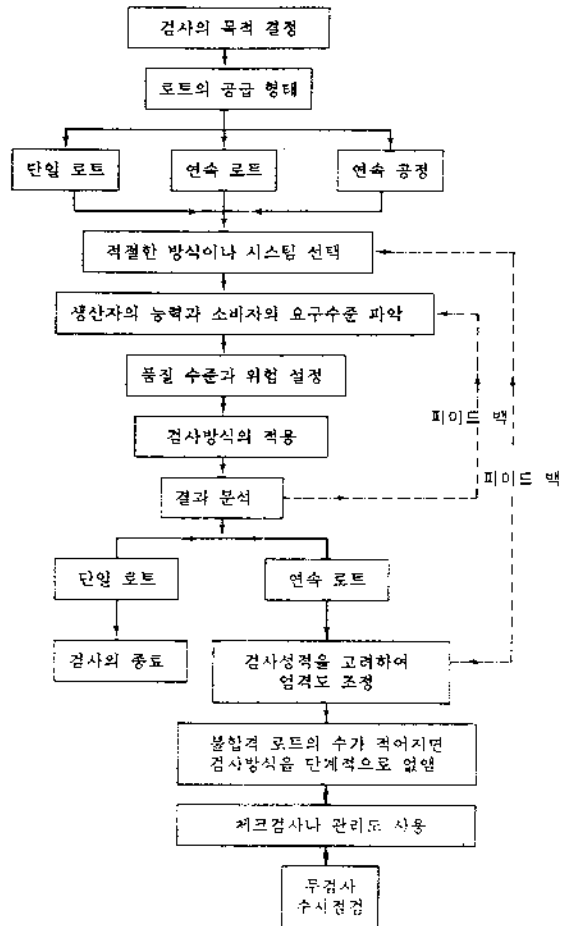


그림 1. 검사운영 시스템.

사방식의 개념, 목적, 현장에서의 적용성, 특성 등을 제대로 파악하여야 한다.

그러나 많은 현장에서 전문가, 전문 지식의 不足 및 검사방식에 대한 이해부족 등의 이유로 인하여 어떠한 형태이든 검사만 적용하면 되는 것으로 그릇 인식하고 있다. 적합한 검사방식의 적용에 대한 중요성을 인식하지 못하여 맹목적으로 기존에 사용해 오던 검사방식이나 가장 널리 적용되고 있는 검사방식을 적용하고 있다. 예를 들면, 우리나라 기업의 대부분이 계수 조정형 1회 검사방식을 적용하고 있는데 이 검사방식을 적용하기 위한 장기

적인 품질보증, 다수의 공급자, 연속적인 거래 등의 개념과 조건이 갖추어져 있지 않은 경우가 많다. 심지어 조정형을 적용하는 경우에 엄격도 조정을 실행하지 않은 경우도 있다.

따라서 이러한 잘못을 바로 잡기 위하여 품질관리 전문가, 현장의 검사업무 종사자 등의 지식 및 경험을 토대로 검사목적과 검사환경에 가장 적합한

검사방식을 제시하고 운영할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다. 이렇게 전수검사, 샘플링 검사, 무검사간의 기준 설정과 선택, 샘플링 검사 적용시 적절한 검사방식과 검사수준의 선정 등에는 통계적 품질관리 전문가와 현장의 검사 업무 종사자의 지식 및 경험이 필수적이다.

그러나 모든 현장에서 이러한 전문가를 고용하

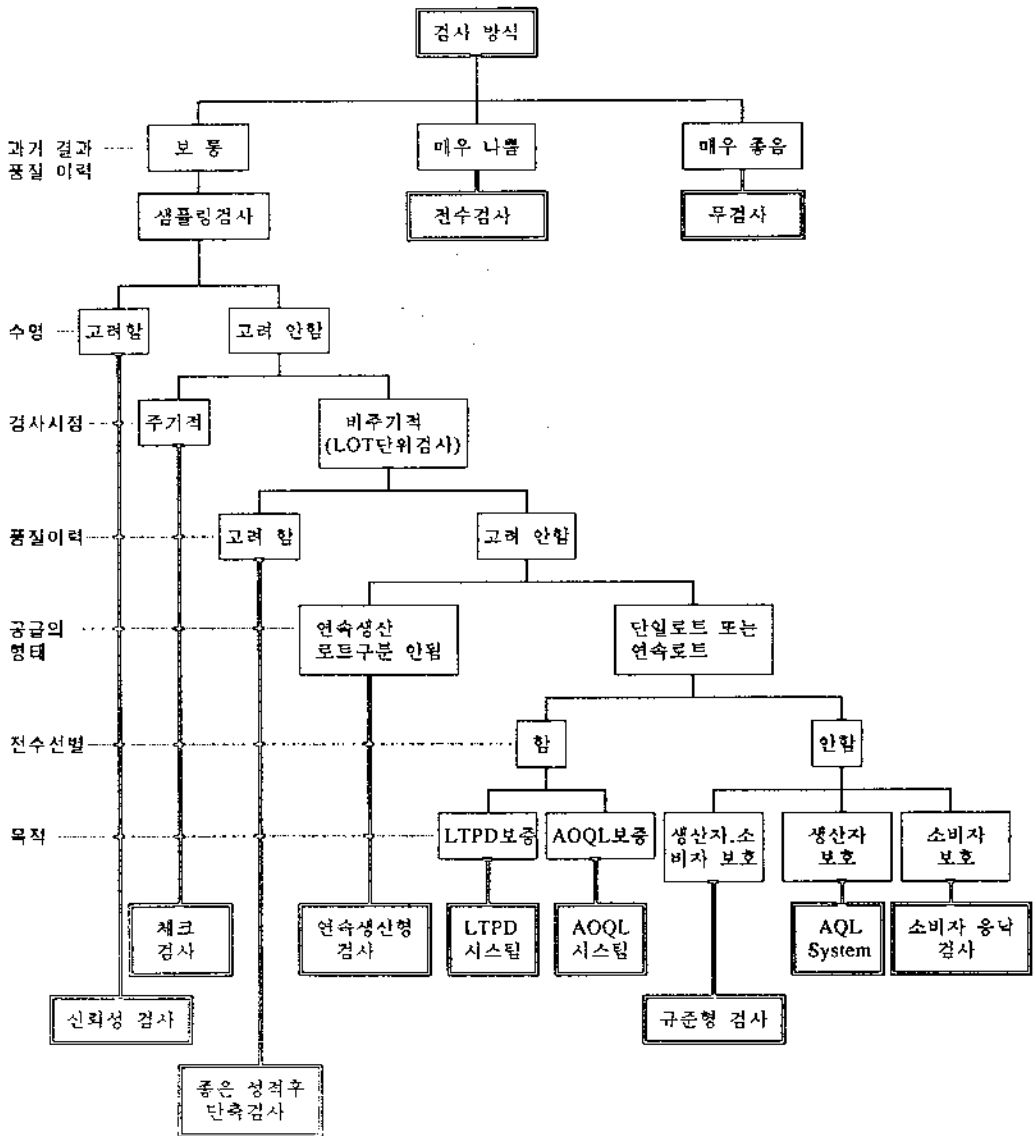
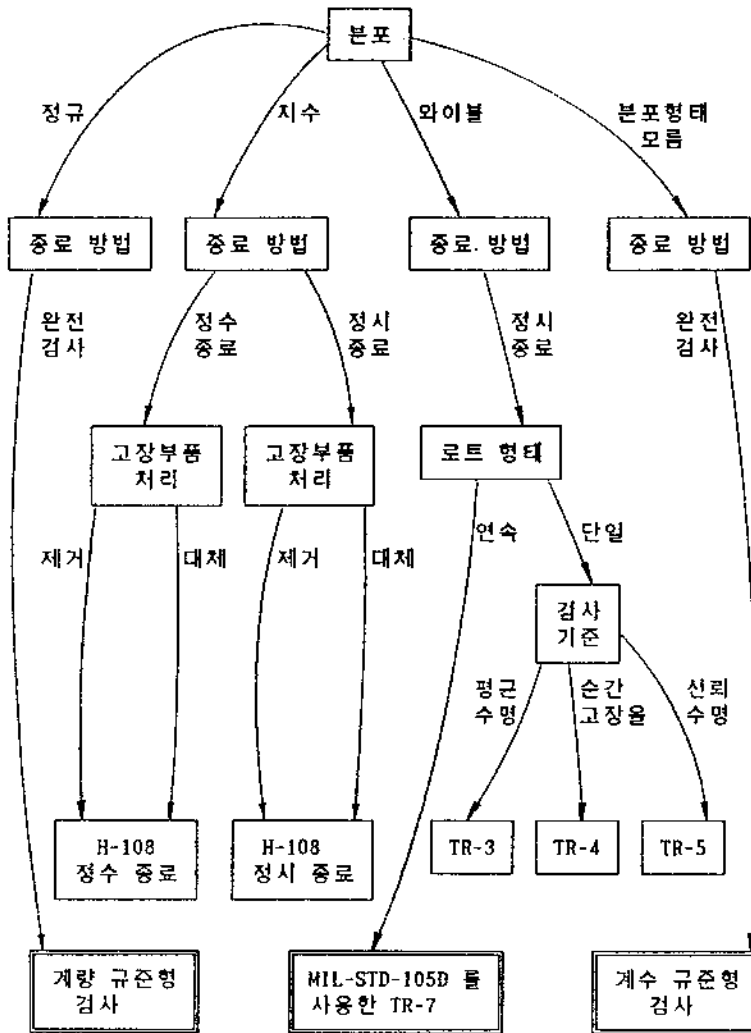


그림 2. 검사방식.

기에는 비용, 전문가의 부족 등으로 어렵다. 이를 극복하는 하나의 방법은 이들의 지식 및 경험을 컴퓨터 프로그래밍하는 것이다. 이 논문에서는 人工知能(artificial intelligence)의 한 분야인 專門家 시스템(expert system)을 도입하여 이 문제를 해결하는 시도를 한다. 즉, 사용자와의 대화를 통하여 비전문가라도 쉽게 사용할 수 있어 검사환경에 적

합한 검사방식을 선정하여 주고, 검사 시스템을 관리, 운영케 하는 검사 운영 전문가 시스템을 개발한다.

Affisco와 Chandra[1]는 품질보증 활동은 잘 정의된 전문가 시스템을 사용할 수 있는 경우 더욱 더 효율적으로 수행될 수 있음을 강조하고 전문가 시스템의 체계를 세웠다. 이들은 품질보증을 먼저



여기에서 완전 검사 : 모든 부품이 고장날 때까지 검사
 정수 종료 : 일정 수의 고장이 발생되면 검사 중단
 정시 종료 : 일정 시간까지만 검사
 이다.

그림 3. 신뢰성 검사방식의 세부 분류.

조직상의 기능에 따라 생산설계와 공정설계를 포함하는 라인외의(off-line) 시스템, 생산관리를 포함하는 라인내의(on-line) 시스템 및 사후처리를 위한 사후관리(after-market) 시스템으로 분류하였다. 이들의 분류에 의하면 본 논문의 전문가 시스템은 생산관리 중의 검사에 속할 것이다.

Dagli와 Stacey[3]는 자주 사용되는 8 종류의 관리도 중에서 적용성에 맞는 관리도를 선택하는 전문가 시스템을 개발하였다. Parry와 Yousry[5]는 지식 베이스와 확률적인 방법의 결합을 통하여 제조공정의 결점을 탐지하는 IAS(Intelligent Analysis

System)를 개발하였다. 이 밖에 고장의 발견, 원인 진단, 수리를 돕는 각종의 전문가 시스템이 개발되어 있다[1,2].

제 2 절에서는 전문가 시스템 구축을 위하여 샘플링 검사방식을 구체적이고 체계적으로 分類하며, 검사방법을 選定하는 方法論을 제시한다. 제 3 절에서는 專門家 시스템 構築을 위하여 본 연구에 적합한 하드웨어, 개발도구(tool)를 선정하고, 지식 획득, 지식 표현 및 추론 기관을 설계하며, 사용자 대화기능과 같은 그 밖의 요소를 설계한다. 아울러 본 시스템의 評價를 다룬다. 제 4 절에서는 개발된

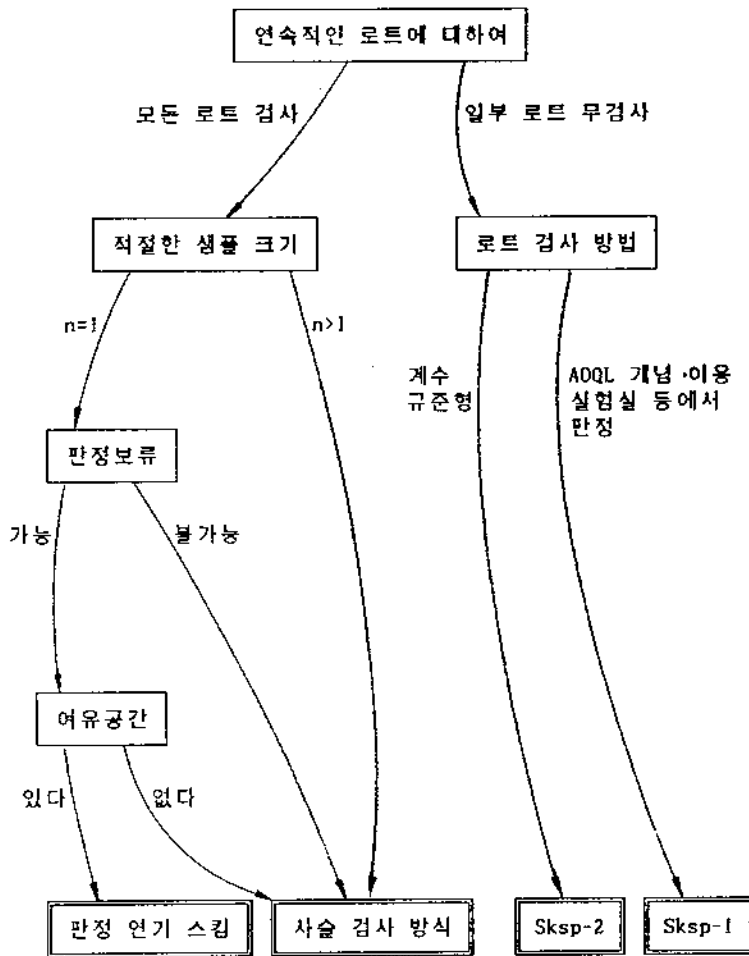


그림 4. 좋은 성적후 단축검사의 세부 분류.

시스템의 내용을 살펴본다. 끝으로, 제 5 절에서는 본 연구에 대한 앞으로의 發展方向 및 結論을 다룬다.

2. 시스템 구축 방법론

2.1. 검사방식의 分類

일반적으로 검사방식은 데이터의 形態에 따라 계수형 또는 계량형 검사, 目的에 따라 규준형, 선별형, 조정형 또는 연속생산형으로 분류된다. 이

밖에 특수한 검사목적 또는 적용 환경을 갖는 사슬 (chain) 샘플링, 체크 검사, 신뢰성 검사 등이 있다. 또한 이들은 샘플링하는 形式에 따라 1회, 2회, 다회, 축차로 분류된다.

본 논문에서는 전문가 시스템 구축을 위하여 수명, 검사하는 시점, 과거의 검사성적 및 불합격한 로트의 전수선별 등을 고려하여 그림 2와 같이 검사방식을 크게 11 종류로 分類한다. 이들은 다시 여러 검사목적, 검사특성, 검사환경을 고려하여 細分된다. 예를 들면 신뢰성 검사는 그림 3과 같이, 좋은 성적후 단축검사는 그림 4와 같이, 소비자

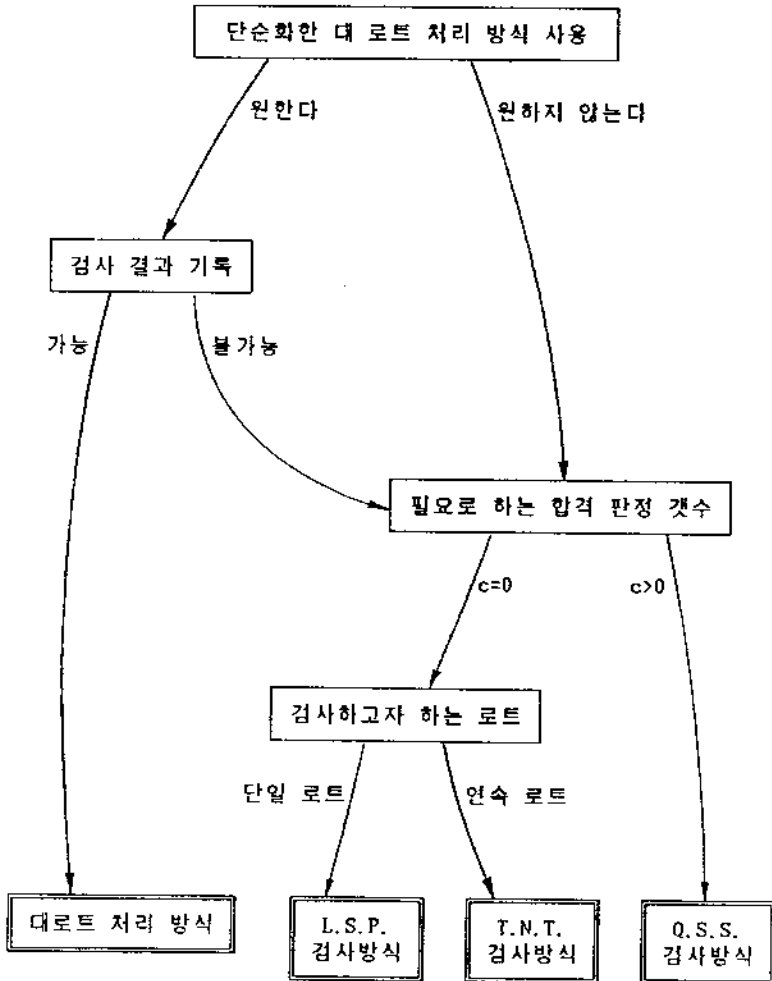


그림 5. 소비자 용납 검사의 세부 분류.

응답검사는 그림 5와 같이 세분된다.

2.2. 검사방식의 選定

검사방식의 선정은 컴퓨터와 사용자와의 質疑·應答에 의하여 이루어진다. 질문의 응답에 따라 각 검사방식은 전문가가 제시하는 適合度 係數를 갖는다. 적합도 계수는 <-1>과 <+1> 사이의 값으로서 주어진 검사환경에 검사방식이 적합한 정도를 나타내는 수치이다. 적합도가 <-1>인 검사방식은 고려대상에서 제외되고 <+1>인 검사방식은 주어진 검사환경에 완전히 적합한 검사방식임을 의미한다. 예로서 표 1은 세가지 질문(검사의 특성치, 로트의 공급, 보호의 대상)의 응답에 대한 적합도 계수를 나타낸 것이다.

두 적합도 계수 S1과 S2는 다음의 규칙에 의하여 結合된다.

$$S = \begin{cases} S1 + S2 - S1 \cdot S2, & S1 > 0, S2 > 0 \\ S1 + S2 + S1 \cdot S2, & S1 < 0, S2 < 0 \\ (S1 + S2) / (1 - \min(|S1|, |S2|)), & \text{그밖의 경우.} \end{cases}$$

모든 질문에 대한 최종 점수는 연속적으로 이러한 규칙을 적용하여 얻어진다.

예를 들어, 표 1의 세가지 질문에 대한 응답이 각각 수명, 연속로트, 동시 보호인 경우 처음 두 질문에 대한 결합 점수는

$$\begin{matrix} RS & CI & RG & CSP & LTPD & AOQL & 2-P \\ S = (0.9, 0.4, 0.4, -1.0, 0.2, 0.3, 0.44, \\ & AQL & CS & RI & 100\% \\ & 0.58, 0.2, 0.1, -0.2) \end{matrix}$$

이고, 이를 세번째 질문과 결합한 점수는

$$\begin{matrix} RS & CI & RG & CSP & LTPD & AOQL & 2-P \\ S = (0.9, 0.14, 0.25, -1.0, 0.11, 0.22, 0.83, \\ & AQL & CS & RI & 100\% \\ & 0.53, 0.11, -0.33, -0.2) \end{matrix}$$

이 된다. 이 예에서 신뢰성 샘플링 검사가 가장 높은 적합도를 갖고, 그 다음으로 규준형 검사, AQL 시스템 순이다.

이러한 방법을 사용한 기존 연구로는 유전에서 석유 활성화 공정들인 전기에 의한 공정, 기압에

표 1. 適合度 係數의 例

질문	응답	RS	CI	RI	CSP	LTPD	AOQL	2-P	AQL	CS	RI	100%
검사의 특성치	일반적	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	부피	-1	0	0	0	0	0	.3	0	0	0	0
	수명	.9	0	0	0	0	0	.3	.3	0	0	0
로트의 공급	단일 로트	.3	-1	-1	-1	0	0	.2	.1	.1	-1	.2
	연속 로트	0	.4	.4	-1	.2	.3	.2	.4	.2	.1	-.2
	로트형성 안됨	0	0	0	.0	0	0	0	0	0	0	0
보호의 대상	생산자	0	-.2	-.2	0	-.3	0	-.1	.5	0	0	0
	소비자	0	.3	.3	.3	.5	.1	0	-.3	.5	0	0
	동시 보호	0	-.3	-.2	0	-.1	-.1	.7	-.1	-.1	-.4	.1

- RS : 신뢰성 샘플링 검사
- CI : 체크 검사
- RI : 좋은 성격후 단축검사
- CSP : 연속생산형 검사
- LTPD : LTPD 시스템
- AOQL : AOQL 시스템
- 2-P : 규준형 검사
- AQOL : AQL 시스템
- CS : 소비자 응답검사
- RI : 무검사
- 100% : 전수검사

의한 공정, 수압에 의한 공정, 기계에 의한 공정 등에서 생산환경에 가장 적합한 공정을 찾는 연구가 있다[4]. 참고로 이 논문에서 두 적합도 계수를 결합하는 방법이 잘못되어 있음을 밝힌다.

3. 전문가 시스템의 개발

3.1. 言 語

인공지능 언어로서 LISP은 가장 널리 사용되어 왔으나, 정연하며 읽기 쉽고 문장 구성의 원리에 입각하여 만들어진 PROLOG도 그 사용도가 점점 늘고 있다. 본 연구에서는 프로그램 언어중의 하나인 PROLOG를 사용하여 시스템을 개발한다[8, 10]. 퍼스널 컴퓨터(PC)에서 쉽게 운용되는 Turbo PROLOG를 사용하며, 메뉴 작성을 위하여 Turbo PROLOG Toolbox 내의 프로그램을 이용한다[9].

3.2. 知識 獲得 및 表現

본 연구에서의 지식은 검사 전문가로부터 직접 얻거나 품질관리 관련 서적들로부터 지식을 획득한다. 획득된 지식은 IF(condition) THEN(conclusion or action)의 형태를 갖는 규칙(rule)을 사용

하여 표현한다.

3.3. 기타 機能

對話機能

검사환경에 가장 적합한 검사방식을 선정하기 위하여 사용자는 시스템과 대화를 통하여 시스템이 제공하는 질문에 가장 적절한 응답을 한다. 그림 6은 앞에서의 예에 대한 질의·응답의 화면을 보여준다.

說明機能

현재의 상황설명 및 전문용어 해석 등을 제공하는 설명 기능은 시스템과 사용자와의 효율적인 대화를 도와준다. 본 시스템에는 최적 검사방식 선정을 위하여 사용자는 현재의 검사환경이나 업체, 부품 그리고 검사항목에 관한 정보를 입력하여야 하는데 사용자 이해를 위하여 설명을 선택할 수 있도록 한다. 또한 AQL, AOQL, LTPD 등과 같은 품질 관리의 전문용어 등의 설명이 필요한 경우 이를 해석하여 주어 사용자가 신속하고 정확하게 입력할 수 있도록 도와준다.

遵行 尺度를 볼 수 있는 기능

각각의 검사방식에는 OC 곡선, ASN 곡선, ATI

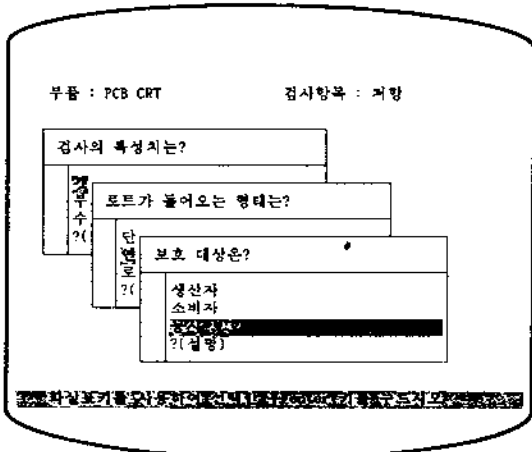


그림 6. 컴퓨터로부터의 질문.

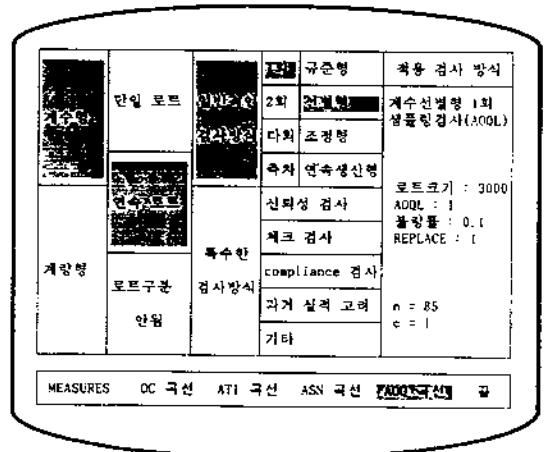


그림 7. 간접 입력의 예.

곡선 및 AOQ 곡선 등의 운영능력의 척도(measure)를 가지고 있으므로 선정된 검사방식의 수행능력을 평가하는 수단으로 이들 곡선 중 하나를 선택할 수 있도록 한다. 또한 직접 입력이나 간접 입력의 경우 다양한 검사방식 및 데이터에 따른 척도를 보여줌으로써 교육적인 효과를 얻을 수도 있도록 한다. 예를 들어 그림 7은 간접 입력에서 계수 선별형 1회(AOQL 보증) 검사방식을 선정한 경우의 화면이고, 그림 8은 수행 척도로서 AOQ 곡선을 선택한 경우의 화면이다.

3.4. 하드웨어

본 연구에서 개발한 합리적인 검사운영을 위한 전문가 시스템을 운용하기 위하여 갖추어야 할 컴퓨터 하드웨어의 구성은 다음과 같다.

- (1) 기종 : IBM PC XT/AT 또는 호환 기종
- (2) 기억용량 : 640 KB 이상
- (3) 운영체제 : 한글 DOS 버전 3.0 이상
- (4) 그래픽 어댑터 카드 : 본 시스템의 모든 기능들은 그래픽 소프트웨어들인 VGA, EGA, CGA 또는 Hercules에서 실행될 수 있다.
- (5) 한글 코드 체계 : 본 시스템의 입출력은 조합형 한글 또는 완성형 한글로 이루어져 있다. 따라서 사용중인 한글 코드 체계에 따라 이 중 하나를

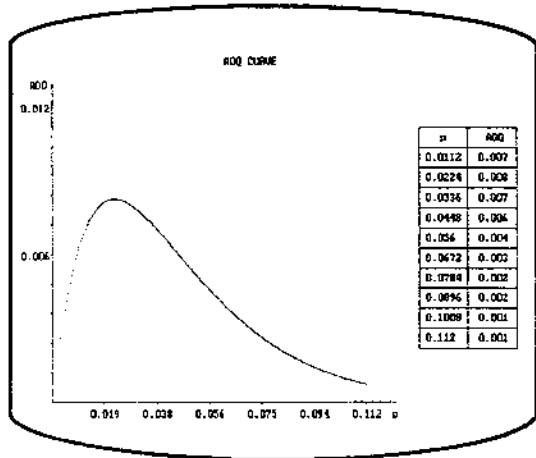


그림 8. AOQ 곡선의 예.

선택하여 사용한다.

(6) 디스켓 드라이브 : 5.25 인치 또는 3.5 인치

(7) 하드 디스크 드라이브 : 본 시스템을 운용하기 위한 실행 화일과 각종 검사방식의 표를 수록하기 위한 보조 화일이 필요하며, 이에 소요되는 메모리는 약 15 MB이다. 이외에 업체/부품/검사항목과 관련된 자료보관에 메모리가 필요하며 그 양은 자료의 양에 따라 다르다.

3.5. 시스템의 評價

시스템을 평가하기 위하여 Schilling의 책[6]에 나와 있는 여러가지 검사방식들이 제대로 제시되는지를 시험하여 보았다. 시험방법은 검사환경을 가상하고 전문가 시스템이 예상된 검사방식을 제안하는지를 알아보았다. 물론 예상된 검사방식이 제시되지 않으면 차선의 대안들을 살펴보고 타당성을 검토한다. 그 결과 예측과 크게 벗어나는 경우는 없었다.

4. 시스템의 내용

소프트웨어의 메뉴는 그림 9에서와 같이 3개의

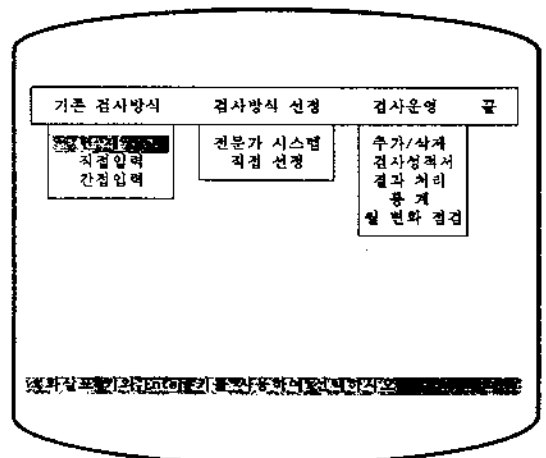


그림 9. 본 시스템의 주 화면.

主 메뉴와 10개의 副 메뉴로 이루어진다.

- 1) 기존 검사방식
- 2) 검사방식 선정
- 3) 검사운영

주 메뉴 검사방식 선정은 본 시스템의 핵심 부분으로 검사방식을 選定하여 주는 프로그램이다. 이에 속하는 모듈 전문가 시스템은 검사환경 및 검사목적에 가장 적합한 검사방식을 선정하여 주는 모듈이고, 직접 선정은 적합한 검사방식을 키보드를 사용하여 직접 선정하는 모듈이다.

주 메뉴 기존 검사방식은 현재 사용중인 또는 선정된 검사방식의 遂行 尺度를 살펴보는 프로그램이다. 이에 속하는 모듈 현재는 현재 사용중인 검사방식을 검색하는 모듈이고, 모듈 직접 입력에 의하여 검사방법, 예를 들면 계수형 1회 검사인 경우 시료수와 합격판정 개수를 직접 입력하여 그것의 수행 척도를 살펴볼 수 있고, 모듈 간접 입력에 의하여 관련 데이터, 예를 들면 규준형인 경우 p_1 , α , p_2 , β 등을 입력하여 검사방법을 찾은 후 수행 척도를 살펴볼 수 있다.

주 메뉴 검사운영은 실제로 검사를 運營하는데 필요한 프로그램이다. 이에 속하는 모듈 추가/삭제에 의하여 새로운 자료를 입력하고 불필요한 자

료를 삭제하며, 모듈 검사 성적서에 의하여 현장에서의 적용을 위하여 부품 단위로 검사방식을 출력시킨 성적서를 발행하고, 모듈 결과처리에 의하여 실제로 검사를 적용하였을 때의 결과를 처리한다. 그리고 모듈 통계에서는 최근 12개월의 결과를 원 그림표(pie chart)나 막대 그림표(bar chart)로 보여주고 모듈 월 변화 점검에서는 결과를 저장하고 있는 데이터 베이스를 초에 수정하여 준다. 그림 10은 통계에서 원 그림표에 관한 예를 나타낸 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 검사의 효율적인 관리를 위하여 검사환경에 가장 적합한 검사방식을 검사 전문가, 현장의 감독자, 검사원의 지식과 경험을 통하여 選定하여 주고, 검사결과에 따라 검사를 管理, 運營하는 전문가 시스템을 개발하였다. 고려하고 있는 검사방식은 11가지이며, 이를 세분하면 40여가지에 이른다.

본 시스템은 현재 보편화되어 있는 IBM PC XT/AT 또는 이의 호환 기종에서 개발되었다. 데이터가 많은 경우에는 PC 능력의 한계로 인하여 검색하는데 소요되는 시간과 데이터를 저장할 메모리의 용량이 문제가 된다. 따라서 그러한 현장에서의 적용을 위해서는 먼저 코드체계를 재정립하고 본 시스템을 워크 스테이션(workstation)이나 미니 컴퓨터급에서 수행할 수 있도록 수정, 보완하여야 한다.

앞으로의 과제는 Affisco와 Chandra[1]가 파악한대로 品質管理 全般을 위한 전문가 시스템을 구축하는 것이다. 본 연구에 이어서 품질관리 활동의 가시적인 효과와 비용을 산출하기 위하여 품질비용 시스템, 공정의 관리상태와 문제점을 파악하기 위하여 관리도, 현황과악 및 개선방법을 찾기 위한 실험계획법을 포함하는 통계적 기법 등의 상호 유기적인 시스템을 구축하고 있다.

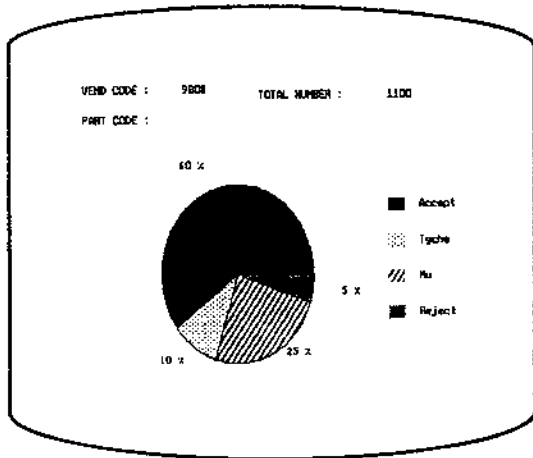


그림 10. 원 그림표의 예.

참고문헌

[1] Affisco, J.F. and Chandra, M., "Quality Assurance and Expert Systems—A Framework and Conceptual Model," *Expert Systems with Applications*, 1(1990), 147-153.

[2] Braun, R.J., "Turning Computers into Experts," *Quality Progress*, February 1990, 71-75.

[3] Dagle, C.H. and Stacey, R., "A Prototype Expert System for Selecting Control Charts," *International Journal of Production Research*, 26 (1988), 987-996.

[4] Hoffman, F.C. and Valentin, E.P., "Opus: An Integrated Assistance System for Oil Production," *Expert System*, 4(1987), 242-250.

[5] Parry, B.E. and Yousry, M.A., "Merging Statistical and Knowledge-based Techniques for Process Diagnosis," *IEEE Software*, March, 1986, 53-54.

[6] Schilling, E.G., *Acceptance Sampling Quality Control*, Marcel Dekker, Inc., New York, New York, 1982.

[7] Borland, *Turbo Prolog: Reference Guide*, Borland International Inc., Scotts Valley, California, 1988.

[8] Borland, *Turbo Prolog Toolbox*, Borland International Inc., Scotts Valley, California, 1987.

[9] Borland, *Turbo Prolog: User's Guide*, Borland International Inc., Scotts Valley, California, 1988.