

# CAD시스템을 이용하여 작성한 도면의 설계검증시스템 (회전체를 고려한 경우)

## Computer Aided Design Verification System of CAD Draw- ings Drawn with CAD System (The Case of Considering to Annular Parts)

이 성 수(건국대 기계설계학과)  
SeoungSoo Lee(KONKUK Univ.)

### ABSTRACT

This paper describes a method for drawing check of dimension errors, such as deficiency and redundancy of dimensions, input-errors in dimension figures and symbols, etc. The logic for finding dimensional errors is written by using the Turbo C language. Checking for deficiency and redundancy of global dimensions has been performed applying Graph Theory. Especialy, this paper gives an account of checking method for annular parts.

**Key Words** : CAD, Design Error(설계에러), Mechanical Drawing(기계도면), Deficiency of Dimensions(부족 치수), Redundancy of Dimensions(과잉치수), Drawing Check System(도면검증시스템)

### 1. 서론

최근, 도면 작성에서의 CAD 시스템의 이용은 지속적으로 증가하고 있으나 CAD 시스템을 이용하여 작성한 설계도면에도 사람이 직접 제도기를 이용하여 작성한 설계도면과 마찬가지로 여러 가지 잘못을 내포하고 있다. 따라서 설계 결과로써 제공되는 기계도면에 대해서도 설계도면의 잘못을 검사하는 검토(Drawing Check)라는 과정을 거치게 되는데, 이러한 CAD 도면에 대한 검토는 많은 시간을 필요로 하는 귀찮은 작업인데 비하여, 그 효과는 그다지 크지 않아, 설계 도면의 잘못이 부품 제작시에 발견되거나 경우에 따라서는 부품의 조립 과정에서 발견되어 제품의 납기에 치명적인 영향을 미치는 예가 적지 않다<sup>1)</sup>. 따라서 이에 대한 능률적인 검토 방법의

필요성이 절실히 요구되고 있으며, 저자 등은 이와 관련된 연구<sup>2)~5)</sup>와 발표를 계속하여 왔고, 본 논문에서는 치차, 풀리와 같은 환상물체(環狀物體)의 치수 관련 검증에 대하여 구체적으로 다루기로 한다.

### 2. 검증 내용

본 연구에서는 치수와 관련된 검증을 다루고 있다. 그 주된 이유는 도면에 치수기입을 하지 않는 경우와 중복하여 기입하는 경우가 많고, 이들의 에러는 제조단계에서 가공 불가능한 사태를 초래할 수 있는 중요한 정보이기 때문이다.

치수선의 필요충분성은 도형을 나타내는데 필요하고도 충분한 치수가 도면에 기입되어 있는지 여부를 조사하는 것으로 검증 항목으로는

- 1) 치수선이 부족하지는 않는가

2) 치수선이 과도하게 기입되어 있지는 않았는가를 검사하면 된다.

### 3. 문제의 해결방법

도형은 선분, 원, 원호 등으로 구성되며, 이들을 도형요소라고 부른다. 도형요소의 위치는 선분이라면, 그 양끝점을, 원, 원호의 경우에는 그 중심점을 결정함으로써 규정할 수 있다.

본 연구에서는 치수관련 문제를 해결하기 위하여 그래프 이론을 적용하고 있으며, 이들에 대해서는 이미 기술하였으므로 그래프 이론의 이용에 대해서는 그 기술을 생략한다<sup>3)~5)</sup>.

#### 3.1 Flag 시스템

그래프이론에서, CAD 도면에서의 단점, 중심점을 특징점으로 취급하고, 치수그래프를 작성하게 되는데, 이때에 특징점은 다음과 같은 두가지 종류, 즉

- 1) 제도자가 치수를 지정함으로써 작성되는 점,
- 2) 복수의 도형요소를 조합할 경우, 수학적 구속에 의하여 작성되는 점으로 분류할 수 있다.

그림1에서 1,2,5 및 6의 점은 항목1)의 성질을 갖는 특징점이다. 3과 4는 직선과 원의 교점으로 작성된 항목2)의 성질을 갖는 특징점으로 이들과 같은 특징점에 대해서는 치수그래프를 작성할 때 그 대상에서 제외한다. 따라서 도면의 각요소의 접속상태를 기하구속으로 취급하여, 특징점을 치수그래프 작성의 대상점과 비대상점으로 분류하는 방법을 택한다. 이러한 판단을 하는 모듈(Module)을 Flag시스템이라고 한다.

도면위의 모든 특징점은 그 위치를 확정지을 목적으로 치수선을 필요로 한다. 그러나, X와 Y의 양방향을 동시에 필요로 하는 것은 아니다. 예를들면, 그림1에서 1과 4사이의 거리와 1과 2사이의 거리, 그리고 5를 중심으로 하는 원의 반지름을 알면 그 형상을 결정지을 수 있다. 따라서 1에서 6의 특징점 중에서 X방향의 치수선이 필요한 것은 1,2,4,6이고,

Y방향에 치수선이 필요한 것은 1,2,3,6이다.

그래서, 각 특징점에 대하여 X방향과 Y방향의 치수그래프 작성의 대상점인지 여부를 나타내는 변수를 데이터 구조에 설정하였다. 즉, 데이터 구조에 FlagX, FlagY의 두 개의 변수를 설정하여 초기치는 0로 하고, 각 방향에 치수선이 필요하다고 판단되면 1을, 필요하지 않다고 판단되면 2를 그 값으로 부여하도록 한다.

#### 3.2 대칭성의 고려

도면에 기입하는 치수선은 중심선에 대하여 대칭인 부분에 대해서는 생략할 수가 있다. 또, 복잡하거나 도면을 용이하게 볼 수 있도록 하기 위하여, 생략하는 경우도 있다. 따라서, 치수선의 필요충분성의 판단에는 각부분의 대칭성을 고려하지 않으면 안된다.

대칭성을 고려하기 위하여 우선, 도형형상을

- 1) 非環狀物體와,
- 2) 環狀物體

의 두가지로 분류하여, 이에 대한 판단을 하게 되는데 여기에서는 환상물체에 대하여만, 기술하기로 한다.

원, 원호에 대하여 회전 중심으로부터 회전 대칭인 폴리 등과 같은 환상물체를 고려하지 않으면 안된다. 예를 들면, 그림2에 나타난 단순화 시킨 도형에서는 중심선의 교점으로부터 회전 대칭에 있는 네 개의 작은 원의 직경을 나타내는 치수선은 하나로 충분하다. 이 경우에 우선, 회전 중심을 구하고, 각 요소를 중심으로부터 90도 씩 회전시켜, 일치하는 요소를 찾는다. 일치하는 모든 요소에 대하여 Sym-Num을 같은 값으로 하여, 하나의 그룹으로 고려한다.

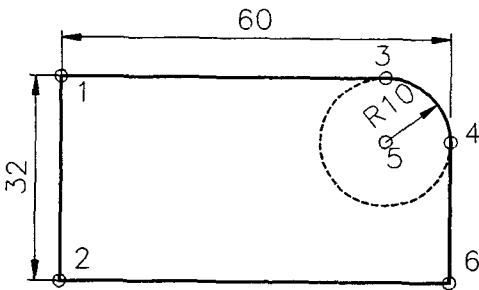


그림 1

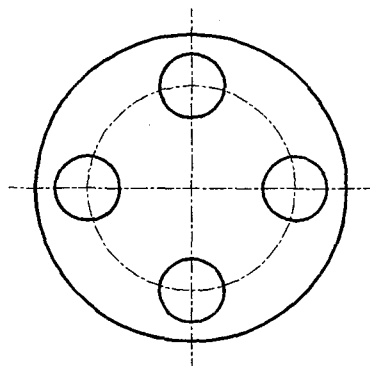


그림 2

### 3.3 Pattern인식

앞절에서 기하요소의 기하구속을 이용하여, 특징점의 Flag를 결정하였다. 그렇지만 주목하는 모따기, 원호에 관하여, 그 양단점의 상태만으로 판단을 하였다. 그러나 일반적으로 자주 사용하고 있는 요소에는 치수선의 입력방법이 여러가지 있는 경우가 많고, 이러한 경우에 대처하기 위하여 몇 개의 형상을 하나의 패턴으로 인식하여, 여기에 대처하는 치수선의 입력방법도 몇 개의 경우로 분류한다. 다음으로, 이미 입력되어 있는 패턴에 대한 치수선과, 패턴을 조합하여 어느점의 어느방향에 Flag값을 부여할지 여부를 결정한다.



그림 3

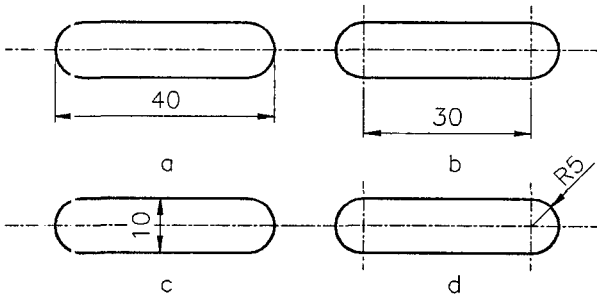


그림 4

일례로 그림3과 같은 도형요소의 치수기입 패턴으로는 그림4에 나타낸 것과 같이 여러 가지 방법이 있다. 그림의 a와 b는 중심선에 따른 치수선의 기입 방법도 다르게 되며, c에서는 두 직선의 폭을 나타내는 치수선이 원호의 지름도 나타내는 경우이다. 또 d에서는 원호의 반지름을 알면, 두 직선의 폭도 결정되는 경우이다. 이들의 형상에 대해서는 패턴인식을 채용하여, 이하에 기술하는 프로세스를 거쳐서 그 Flag를 결정한다.

- 1) 두 개의 반원호와 이들을 연결하는 두 개의 직선으로 만들어진 형상을 판단한다.
- 2) 판단된 형상의 X방향에 대하여, 치수선의 입력 방법은 그림4의 a 및 b의 두가지가 있다. 치수선 데이터에서 어느쪽엔가 속하는 치수선이 있으면, X방향에는 그 치수선이 가리키는 점의 Flag값에 1을 부여한다. 남은 것은 2를 부여하며, 어느쪽에도 속하지 않는 경우에는 b에 나타낸 것과 같이 Y축에 평행한

경우이고, 원호의 중심을 통과하는 중심선이 있는 경우는 b에, 아니면 a에 맞추어서 각점의 Flag를 결정한다.

3) Y방향에 대해서는 그림의 c나 d의 어느 한쪽이 있으면 충분하여 모든점의 Flag값을 부여할 수 있다. 어느쪽도 아닌 경우에는 치수선이 필요하다는 메시지를 나타낸 후에 모든점의 Flag값을 부여한다. 그러나 실제 도면에서는 편의상, 양쪽 모두 치수가 기입되어 있는 경우가 많기 때문에 그러한 경우에도 과잉치수기입이 아닌 것으로 판단한다.

이러한 패턴인식 수법을 적용하는 도형으로는, 키 이 홈 등이 있다. 이상의 부분은 라이브러리 형식으로 독립된 파일로 되어 있다. 따라서 실용화 할 때에는 사용자가 고유의 형상에 대하여, 패턴인식용의 프로그램을 작성하는 것으로 대응이 가능하다.

### 4. 시스템의 구성

기계도면의 치수선에는 국소적인 치수선과 대국적인 치수선이 있으며, 검증의 순서로는 이미 제안한 바와 같이 국소치수에 대하여 검증을 한 후에 대국치수에 대하여 검증을 한다<sup>2)~5)</sup>. 왜냐하면, 앞절에서 기술한 바와 같이 치수선을 필요로 하지 않는 특징점은 원, 원호, 직선의 복수개의 조합으로 생기는 경우가 많기 때문이다. 따라서, 대국치수를 검증하기 전에 국소치수 검증을 하면서 모든 모따기, 원, 원호와 그 주위의 정보를 읽어들이어 특징점을 분류할 필요가 있기 때문이다.

이러한 이유에서 시스템은 다음과 같이

- 1) Local Dimension Checking Part
  - 2) Flag Determining Part
  - 3) Global Dimension Checking Part
- 의 3개 모듈(Module)로 구성된다.

#### 4.1 Local Dimension Checking Part

모따기, 원, 원호에 관하여 중심선, 회전중심점에 대한 대칭여부를 조사한다. 대칭성을 갖는 요소가 존재하는 경우에는 각각의 SymNum에 같은 수치값을 부여하고, 전혀 대칭성이 없는 요소는 단독으로 하나의 그룹으로 취급한 후에, 모따기, 원, 원호의 각 그룹별로 치수의 부족 및 과잉에 대하여 나타낸다.

#### 4.2 Flag Determining Part

도면상의 특징점에 대하여 치수 그래프의 작성 대상으로 할 것인지 여부를 판단한다. 이 판단에는 Flag 시스템과 패턴인식을 적용한다. ChamferFlag-Check, CircleFlagCheck, ArcFlagCheck의 각 모듈

(Module)에서 모따기, 원, 원호와 이들에 접속되어 있는 다른 선분의 Flag를 결정한다. 다음으로 Line-FlagCheck에서 남은 요소의 Flag를 모두 결정한다.

### 4.3 Global Dimension Checking Part

특정점을 Flag의 값에 대응시켜 찾아내어 대칭성 등을 고려하여 그래프의 정점에 해당하는 부분을 작성한다. 다음에 특정점의 그룹을 정점으로 치수수변에 대응시켜 치수그래프를 작성하고, 그래프 이론을 응용하여 치수의 기입부족, 과잉기입을 판단한다.

## 5. 국소치수 검증

국소치수 검증은 모따기, 원, 원호의 요소에 대한 검증으로 구성되며, 각각에 대해서는 環狀物體와 非環狀物體로 구별한다. 국소치수의 검증에 대해서는 이미 기술한 바 있으므로 여기에서는 환상물체의 원에 대한 검증과정을 기술한다.

그림5는 구멍인 원이 환상으로 배치되어 있는 것으로, 여기에서는 이 그림을 이용하여 설명하기로 한다. 구체적인 검증프로세스로는 우선,

- 1) 환상물체의 회전중심을 구한다.
- 2) 도형중의 원 중에서 그 중심이 1)에서 구한 회전중심과 일치하지 않는 것을 선택한다. 그 원의 그룹번호를 1로 하여, SymNum에는 -1을 대입한다. 이 상황을 나타내는 것이 그림의 b이다.
- 3) 2)에서 찾아낸 원을 회전중심 둘레에서 90도 회전시켜, 회전후의 원의 중심좌표를 구한다. 구한 좌표와 동일한 중심과 반지름을 갖는 원을 탐색한다. 이때 탐색된 원의 SymNum도 -1로 한다. 이것을 3회 반복한 후의 각 원의 SymNum의 상황을 그림의 c에 나타내고 있다.
- 4) 새로운 그룹의 번호를 2, 3,...등으로하여 SymNum이 0인 원을 탐색하고, 존재하는 경우에는 3)의 조작을 반복한다.
- 5) SymNum이 0인 원이 없어질 때까지 그룹 분류를 계속한다.
- 6) 치수선 데이터로 부터 1)에서 5)까지 분류한 원의 치수를 나타내고 있는 것을 탐색한다. 치수선이 있는 원에 대하여, 그 원의 SymNum 값을 +값으로 변환한다. 이 결과가 그림의 d이다.
- 7) SymNum값이 ±1인 원에 대하여, SymNum = +1인 원이 하나도 없고, 모든 값이 -1이면, SymNum값이 ±1인 값을 갖는 원은 그 그룹전체에서 하나의 치수선이 부족하다는 것을 의미한다. 또, SymNum = +1인 원이 두개 이상 존재할 때, SymNum값이 ±1의 값을 갖는 원은 그 그룹 전체

에서 치수선이 과잉이다. 그림d에서는 SymNum = +1인 원이 두 개 있으므로 SymNum값이 ±1인 원의 그룹 전체에서 과잉을 의미한다.

8) SymNum값이 2,3,...인 원에 대해서도 7)의 조작을 반복한다.

## 6. 대국치수의 검증

대국치수의 검증에 대해서는 특정점 데이터의 작성, 치수그래프의 작성 등에 의하여 검증을 하게 되는데, 여기에서는 중심선이 있는 경우의 치수선의 처리와 대칭성의 고려에 대하여 다루기로 한다.

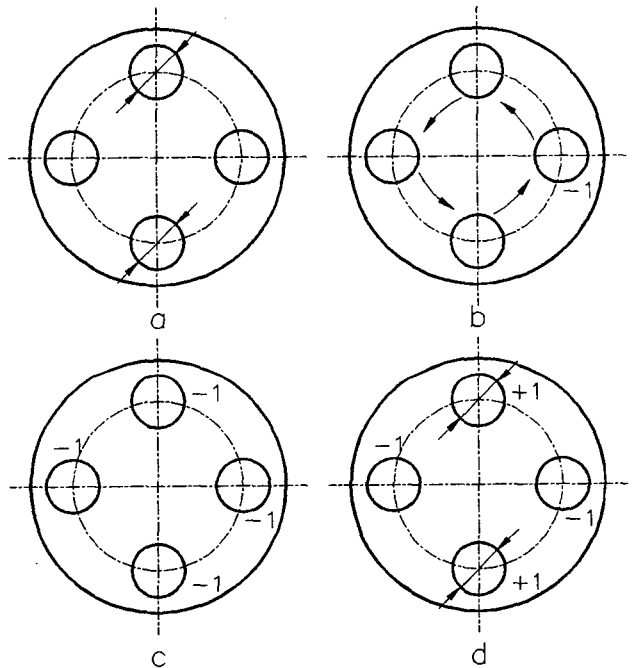


그림 5

### 6.1 중심선이 있는 경우의 치수선처리

중심선이 수직2등분선으로 되어 있는 치수선을 2분할하는 그림6의 a와 같은 때에 A의 두 개 그룹과 B의 두 개 그룹으로 상호의 위치관계는 중심선에 의하여 확정한다(그림c참조). 또, 그림b과 같은 경우에는 C의 그룹과 D의 그룹은 중심선을 개재하여 연결성이 있으므로 이들에 대한 치수선의 분할은 그림d와 같이 처리한 후에 검증을 한다.

### 6.2 대칭성의 고려

그림7과 같은 경우, B의 그룹은 A의 그룹과 대칭이므로, A에 치수선이 있으면 B에는 치수선이 필요하지 않다. 이와 같이 대칭이 되는 경우에는 이들의 그룹을 하나의 정리된 그룹으로써 취급할 수 있도록 데이터를 변경한다.

### 7. 결론

저자는 설계도면 검증의 시스템화를 목적으로 설계검증시스템의 연구를 하고 있으며, 본논문에서는 플리등과 같은 회전체를 대상으로 한 검증의 방법에 대하여 기술 하였다. 본논문에서 기술한 검증방법에 기초하여 구축한 검증시스템을 이용하여 여러 도면이 적용하여 본 결과, 구축된 시스템에 의한 설계도면 검증의 가능성을 확인하였으며, 앞으로도 본 시스템의 기능향상 및 적용범위의 확대를 연구할 예정이다.

### 참고문헌

1. 中條鐘一, "檢圖システムのあり方と檢圖の上手な進め方", (株)總合技術センター, 1989.
2. S.S.Lee, T.Ono, S.Tsujio, "A Computer Aided Drawing Check System for Mechanical Drawings Drawn with CAD System(1st Report)", JSPE, Vol.57, No.4, pp.705-710, 1991.
3. S.Tsujio, S.S.Lee, T.Ono, "A Computer Aided Drawing Check System for Mechanical Drawings Drawn with CAD System(2nd Report)", JSPE, Vol.58, No.5, pp.811-816, 1992.
4. 이 성수, "CAD시스템에 의하여 작성된 기계도면의 자동검증시스템에 관한 연구", 한국정밀공학회, Vol.13, No.8, pp.60-71, 1996.
5. 이 성수, "CAD시스템을 위한 컴퓨터원용 설계도면검도(기계부품의 치수검도방법)", 한국CAD/CAM학회, Vol.1, No.2, pp.97-106, 1996.

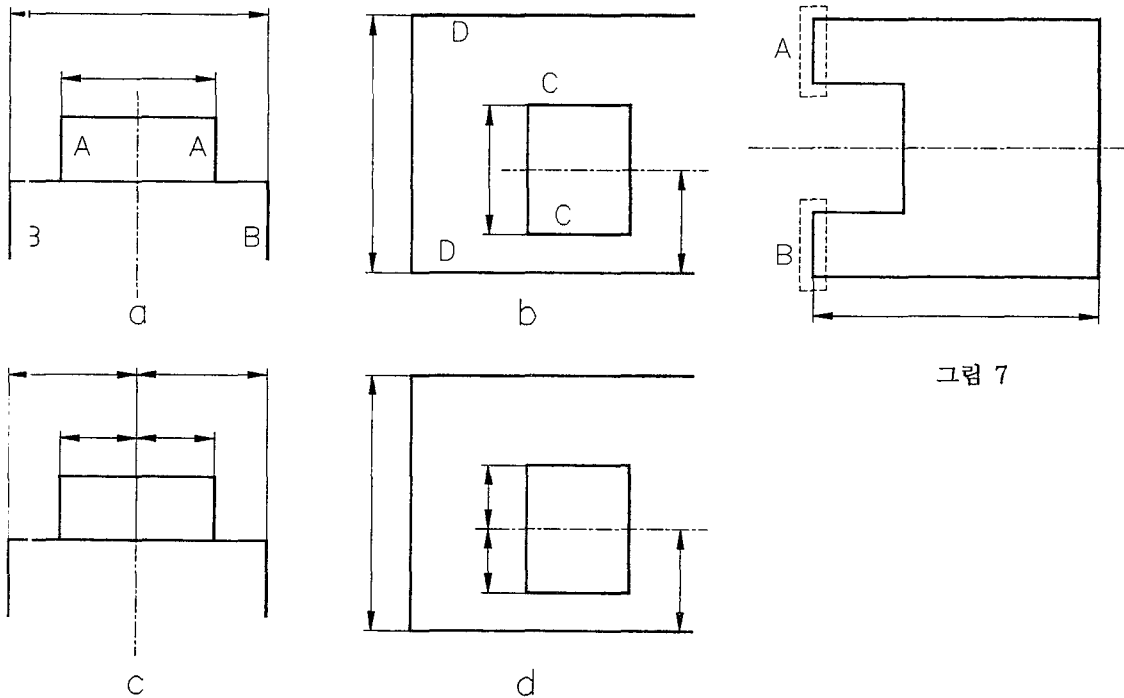


그림 6

그림 7