

## CAD시스템을 위한 컴퓨터원용 설계도면검도 - 기계부품도의 치수검도방법 -

이 성 수\*

### Computer Aided Drawing Check for CAD Systems - A Method for the Checking of Dimensions in Mechanical Part Drawings -

Seoung-Soo Lee\*

#### ABSTRACT

Existing CAD systems do not provide advanced functions for automatic checking of design and drafting errors in mechanical drawings. If the knowledge of checking in mechanical drawings can be implemented into computers, CAD systems could automatically check for design and drafting errors. This paper describes a method for systematic checking of dimensional errors, such as deficiency and/or redundancy of dimensions, input-errors in dimension figures and symbols, etc. The logic for finding dimensional errors is written by using a procedural language. A geometric model and a topological-graph model are used in this method. Checking for deficiency and redundancy of dimensions is based upon Graph Theory.

**Key words :** Drawing Check, CAD, Dimension, Design Error, Drafting Error, Mechanical Drawing, Geometric Model, Topological-Graph Model, Deficiency of Dimensions, Redundancy of Dimensions, Drawing Check System

#### 1. 서 론

최근 마이크로 컴퓨터나 EWS(Engineering Work Station)를 이용한 CAD(Computer Aided Design) 시스템이 여러방면에서 사용되고 있으며, 그 주요한 이유는 제품이나 부품의 설계 및 설계 도면 작성에 CAD 시스템을 이용하면 보다 효율적이기 때문이다. 특히, 도면 작성에서의 CAD 시스템의 이용은 지속적으로 증가하여 왔으며, 앞으로도 더욱 빠르게 보급될 것으로 예상된다. 이와같이 여러방면에 여러종류의 CAD 시스템이 이용되고 있음에도 불구하고, 설계 도면에서의 설계상 잘못이나 도면 작성상의 실수를 자동적으로 확인하여 주는 편리한 기능이 있는 CAD 시스템은 제공되고 있지 않다.

한편, CAD 시스템을 이용하여 작성한 설계 도면에도 사람이 직접 제도기를 이용하여 작성한 설계

도면과 마찬가지로 여러가지 잘못을 내포하고 있다. 따라서 설계 결과로써 제공되는 기계 도면에 대해서도 설계 도면의 잘못을 검사하는 검도(檢圖)라는 과정을 거치게 되는데, 이들 CAD 도면에 대한 검도는 많은 시간을 요하는 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 컴퓨터 지원에 의한 설계 도면 검도의 필요성이 절실히 요구되고 있다. 그러나 이에 관련된 연구는 보고되어 있지 않으며, 유사한 연구로는 자동 치수 기입이나 치수를 변경할 때 관련치수의 변환에 관한 연구<sup>2),3)</sup>, 도면이 정확하게 작성되었는가에 관한 연구<sup>4)</sup>는 일부 보고되고 있으나 CAD 도면의 치수 검증이라는 관점에서의 연구는 보고되어 있지 않다.

본 논문은 CAD 시스템에 의하여 작성된 도면에 대한 컴퓨터 지원 치수 검도 시스템에 관한 것으로,

\*중신회원, 건국대학교 기계설계학과

본 논문에서는 기계 부품의 설계 도면에 대한 컴퓨터 지원 치수 검도를 다루고 있다. 이는 기계 도면에서의 치수가 대상물의 크기나 형상을 결정하는 가장 기본적이고도 중요한 정보이기 때문이다. 다음으로 설계 도면에서의 기하 정보(Geometric Information)는 크게 두가지로 나눌 수 있으며, 그 하나는 수직 투영(Orthographic Projection)에 의한 대상물 형상의 표현이고, 또 하나는 치수에 의한 대상물 크기의 표현이다.

본 논문에서 제안하는 설계 도면에 대한 치수 검도 방법은 기하 모델(Geometric Model)과 위상 그래프 모델(Topological Graph Model)을 기본으로 하며, 치수에 관련된 검사를 하기 위하여 프로그래밍 개발에 사용한 언어는 C 언어이다. 한편 위상 그래프 모델의 해석을 위하여 그래프 이론을 이용하였고, 하드웨어(H/W)로는 PC(Personal Computer)를 사용하였다.

## 2. 기계도면에서의 기하정보

일반적으로 검도에는 두가지 목적이 있으며, 하나는 설계 방법과 설계 결과에 대한 승인이고, 또 하나는 설계 도면으로 나타낸 설계 대상물의 표현에 대한 검사이다. 이 중에서 본 연구에서는 검도를 두번째 목적인 설계 대상물의 표현에 대한 검사로 제한한다.

기계 도면에 나타내는 설계 대상물의 정보에는, 그 정보가 나타내는 의미에 따라 여러가지로 분류할 수 있으며, 여기에서는 이들을

- 1) 대상물의 형상이나 크기를 나타내는 기하정보
- 2) 공차, 조립 등에 관련된 기능정보
- 3) 제작에 관련된 제작정보

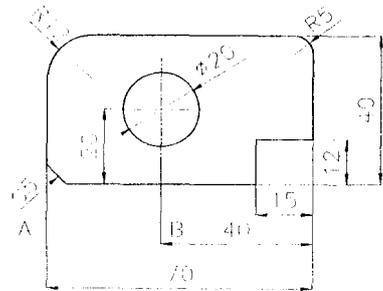
로 분류한다<sup>7)</sup>.

본 연구에서는 컴퓨터 원용에 의한 설계 도면 검도 시스템 개발의 초기 단계로써 주로 기하 정보를 이용한다. 기하 정보는 설계자의 고도의 지식을 필요로 하지 않으며, 이에 대한 수학적 구조를 이용하면 명확하게 나타낼 수 있는 정보이다. 이어서, 치수 검도라는 관점에서의 기하 정보에 대하여 설명하기로 한다.

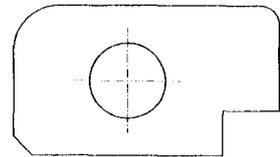
Fig. 1a는 아주 간단한 형상을 갖는 기계 부품의 평면도를 나타내고 있으며, 이 도면은 수직 투영도(Fig. 1b참조)와 치수선 및 치수 기호를 포함하는 수개의 치수 집합(Fig. 1c참조)으로 구성되어 있다.

수직 투영도는 도형 기하학에 기초하고 있으며,

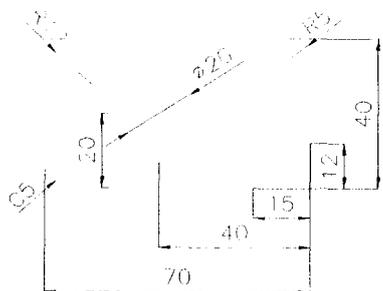
입체 대상물에 대해서는 일반적으로 삼각투영법에 기초하여 세방향에서 투영한 삼면도(정면도, 평면도 및 측면도)로 나타낸다. 한편, CAD 시스템에서의 수직 투영도의 수치 데이터는 입체 대상물에 대한 기하 모델(Geometric Model)의 한 종류라고 할 수 있다. 도면의 기하 정보에 대한 수치적인 잘못이 없다면, 도면에서의 치수는 대상물의 크기를 정확하게 정의하여 나타낼 수 있다. 즉 Fig. 1c에서 보여주고 있는 방법에 의하여 치수를 표현할 수 있다. 기존의 CAD 시스템에는 치수의 자동 기입이라든가 설계 정보의 자동 삽입과 같은 편리한 기능이 제공되고 있지 않기 때문에, Fig. 1c에서와 같은 수치 데이터는 설계자가 도면의 두 지점을 지정하면, 지정된 두 지점 사이에 자동으로 입력되고 있는 것이 현재의 상황이다.



(a) mechanical drawings



(b) orthographic projection drawing



(c) dimension.

Fig. 1. Mechanical part drawing and its geometric information.

한편, 설계 도면을 나타내는 기하 정보에서 대상물에 대한 형상과 크기는 일치하여야 하며, 이러한 기하 정보의 일치성을 보장하기 위하여, 투영도를 이용하여 치수에 대한 검사를 한다. 이와같이 투영도를 이용하여 치수를 검사하는 과정을 기계 도면에 대한 치수의 검도 또는 치수 검도라고 부르기로 한다.

본 논문에서 다루는 설계 도면의 기하 정보 검증 항목은 다음과 같다.

- 1) 기입치수의 부족,
  - 2) 치수의 과잉기입(중복치수 포함),
  - 3) 정의한 치수와 투영도에 나타난 기하학적 크기와의 일치 여부,
  - 4) 기하 요소에 대한 치수 및 치수 기호의 입력 실수
- 이중에서 검사 항목 1)은 대상물에 필요한 설계 치수의 기입부족 여부에 대한 검사를 하며, 검사 항목 2)에서는 치수의 과잉기입에 대하여 검사를 한다. 검사 항목 2)의 과잉 치수기입에 대한 검사를 하는 이유는 일반적으로 KS에서는 물론이고 다른 기술 표준에서도 설계 도면에서의 과잉 치수기입이나 중복 치수기입을 허용하지 않기 때문이다<sup>6)</sup>. 검사 항목 3)은 투영도에 대한 수치적인 잘못을 발견하는 것을 그 목적으로 하고 있으며, 검사 항목 4)는 휴먼에러(Human Error)에 대한 검사를 의미한다. 여기에서 검사 항목 3)과 4)는 대부분의 CAD 시스템에서 지정한 두 지점 사이에 자동으로 치수를 기입하므로 이에 대한 검사가 불필요할 수도 있으나 실제로는 기존 도면이나 새로이 작성한 도면에서 일부분의 치수를 수정함으로써 발생하는 문제점을 확인하고 해결하기 위하여 필요한 항목이다. 따라서 본 논문에서는 이들 네가지 검도 항목에 대한 검사 방법을 제안한다.

### 3. 치수의 의미의 다양성

설계 도면에서의 치수는 여러가지 분류 방법이 있으나, 이들 치수가 갖는 의미를 고려하면

- a) 크기(Size)를 나타내는 치수와 위치(Location)를 나타내는 치수,
  - b) 국소 치수(Local Dimension)와 대국 치수(Global Dimension), 그리고
  - c) 기하 치수(Geometric Dimension)와 위상 치수(Topologic Dimension)
- 로 분류할 수 있다<sup>7)</sup>(Fig. 2참조).

여기에서 크기 치수는 대상물의 크기를 나타내는 치수이고, 위치 치수는 설계 도면에서의 원이나 구멍의 위치 등과 같이 기하 요소의 상대적인 위치 관

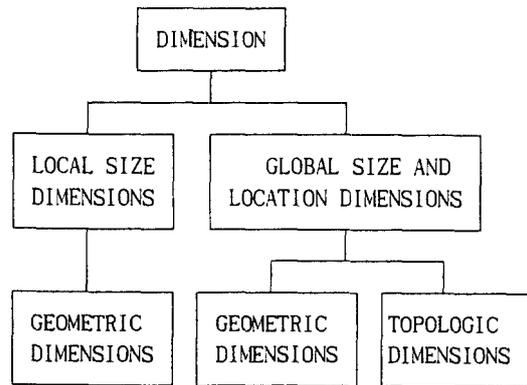


Fig. 2. Classification of dimensions.

계를 나타낸다.

치수는 또한 국소 치수와 대국 치수로 나눌 수가 있는데, 국소 치수는 모따기, 둥금새, 원 등과 같은 기하 요소의 크기를 나타내는 것이다. 이러한 국소 치수는 대상물의 국소부 크기의 변화에만 영향을 미치며, 국소 치수의 변화는 대상물 형상의 크기에는 직접적으로 영향을 미치지 않는 치수이다. 대국 치수는 예를 들면 대상물의 두 면(또는 모서리) 사이의 거리와 같은 것으로, 이러한 치수의 변화는 대상물 전체의 크기나 형상의 변화에 직접적인 영향을 미치게 된다.

또한 대상물 형상의 크기를 나타내는 대국 치수에는 위상적인 면도 포함하고 있다. 즉, 어떤 치수는 설계도면에 직접 기입하지는 않으나 이미 기입된 치수에 의하여 결정되어 진다. 한 예로 Fig. 1a에서 A-B의 치수는 직접 기입하지는 않으나 다른 기입 치수에 의하여 결정되어지며, 만일 이 치수를 기입하면 이것은 과잉 기입치수가 된다. 본 논문에서는 설계도면에 직접 기입하지는 않으나 이미 기입된 다른 치수에 의하여 결정되는 치수를 위상 치수라고 부르며, 이에 대하여 직접 도면에 기입하는 치수를 기하 치수라고 부른다.

따라서 치수의 여러가지 의미를 고려할 때, 설계도면 치수의 검사를 위해서는, 첫째 국소치수에 대한 검사를 하고, 두번째로 대국 치수로서의 기하 치수와 위치 치수, 그리고 위상 치수에 대한 검사를 하는 것이 바람직하다. 특히, 국소 치수에는 위상적인 면은 포함하지 않는다.

### 4. 기하 모델 및 기하치수 검사 방법

일반적으로 기계 부품이 자유곡면을 포함하는 일

은 많지 않기 때문에, 검도 대상으로 하는 설계 도면은 직선 요소와 원호 요소로 구성되어 있으며, 대국 치수를 나타내는 치수선은 투영면의 수평 및 수직 좌표축에 평행하다고 가정한다.

기계 부품의 설계 도면이 직선 요소와 원호 요소로 구성되어 있다는 가정으로 부터 대상물의 형상 표현에는

- 1) 직선 요소의 시작점(Start Point)과 끝점(End Point), 그리고
  - 2) 원호 요소의 중심, 반지름(또는 지름), 원호의 시작각(Start Angle), 끝각(End Angle)
- 과 같은 특성을 이용하여 결정할 수 있으며, 이들 요

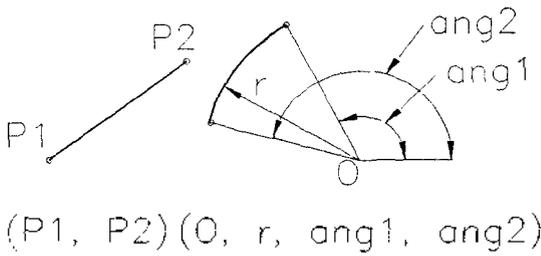


Fig. 3. Characteristics of line segments and circular arcs.

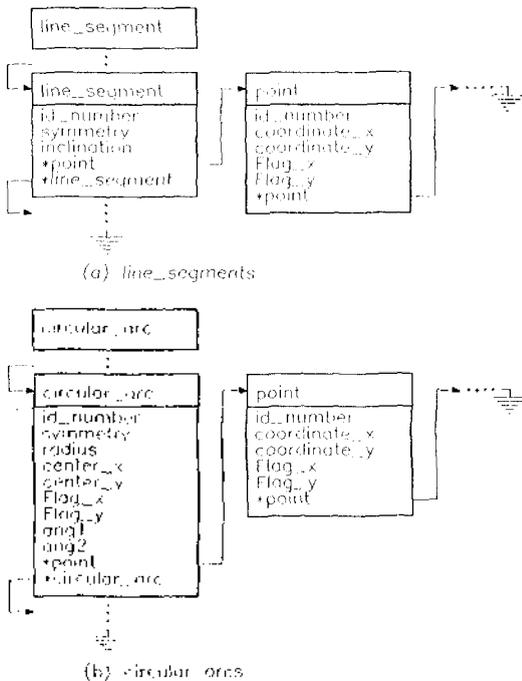


Fig. 4. Data structure of line segments and circular arcs.

소의 특징을 Fig. 3에 나타내고 있다.

한편, CAD 시스템내에서 설계 도면의 데이터 베이스는 기호화되어 있어 취급하기에 적합한 구조가 아니므로, 여기에서는 직선 요소 및 원호 요소를 취급에 용이하도록 Fig. 4와 같은 데이터 구조를 채택하고 있다. 왜냐하면 이러한 데이터는 대부분의 CAD 시스템으로 부터 쉽게 얻을 수 있기 때문이다. Fig. 4의 데이터 구조에서 \*표시가 있는 것은 C 언어에서의 포인터 변수를 나타내며, x와 y는 투영면의 수평 및 수직 좌표를 의미한다. 이들 요소에 대한 특성의 집합이 투영도에서의 기하 모델이다.

4.1 국소 기하치수의 검사

Fig. 5는 두개의 직선 S1과 S2, 그리고 반지름r인 원호로 구성되는 둥근새의 국소부 형상을 보여주고 있다. 여기에서 국소부 형상의 특징점은 둥근새의 반지름과 두개의 선분 S1과 S2의 연장에 의하여 얻어지는 교점 C3와 밀접한 관계에 있으며, 이때 원호의 반지름은 점 C1과 C2의 위치에 의하여 유일하게 결정된다. 이때 데이터의 변화과정은 다음과 같다. 점C1의 Flag\_x에는 False값을, Flag\_y에는 True값을 부여하고, 점C2의 Flag\_x와 Flag\_y에는 각각 False 값을 부여한다. 또한 선분 S1 과 S2의 연장에 의하여 얻어지는 교점 C3의 Flag\_x 및 Flag\_y에는 각각 True값을 부여한다. 여기에서 구조체로 나타낸 점의 Flag\_x 및 Flag\_y는, 치수 검사시에 이 점이 x 또는 y좌표에 참고하는지 여부를 나타낸다. 이 과정에서 치수 데이터를 이용하여 국소치수 검사를 할 수 있으며, 치수의 데이터 구조는 Fig. 6과 같다.

검도 시스템에서 KS규격에 따른 모따기, 둥근새, 구멍, 키 홈 등의 국소부 치수기입 패턴<sup>6)</sup>을 인식할 수 있다면 이들 국소부의 치수에 대한 검사는 가능하다. 본 검도 시스템에서는 국소부의 단면 형상에 대하여 다음과 같은 제한을 두고 있다.

- 1) 모따기의 양 단점을 공유하는 외형선은 모따기 직선보다 크다.

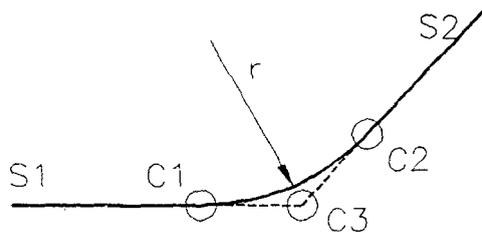
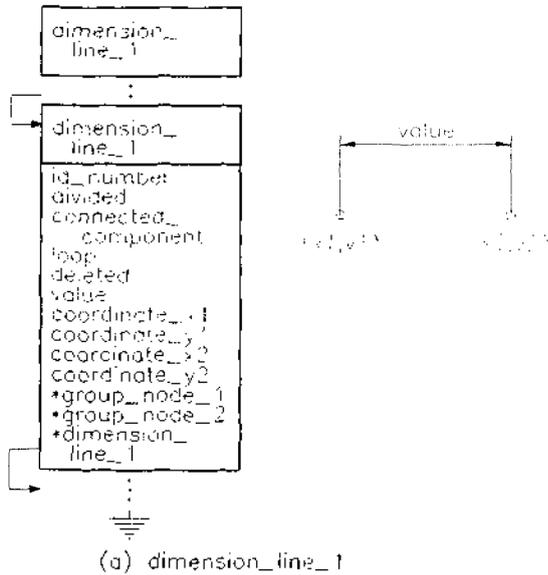


Fig. 5. Local shape of round and its characteristics.



(a) dimension\_line\_1

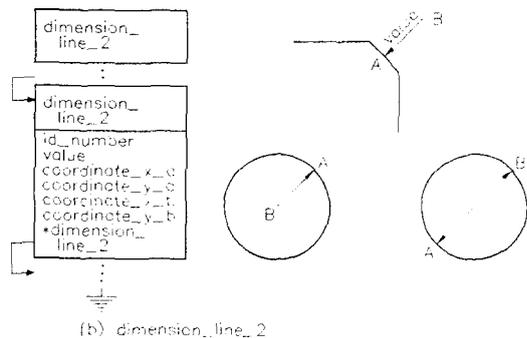


Fig. 6. Data structures of dimension lines.

2) 등금새 및 원호의 양 단점을 공유하는 도형요소는 직선이다.

이와같은 제한을 두는 것은 국소부 요소가 아닌 것을 국소부로 인식할 가능성이 있기 때문이다. 또한 그 중심각이 150도 보다 크고 180도 보다 작은 원호는 이들의 양 단점을 공유하는 도형요소가 접선인 경우에 이들 접선의 교점이 CRT 화면상의 유효 표시 화면 밖에 위치하는 경우가 많아 대상외로 한다.

4.2 대국 기하치수(Global Geometric Dimensions)의 검사

국소 기하치수의 검증이 끝난 기하 모델과 치수 데이터를 이용하여 대국 기하치수가 정확한지 여부에 대하여 검사한다. dimension\_line\_1과 dimension\_line\_2의 구조는 Fig. 6에 보여주는 바와 같으며, 이

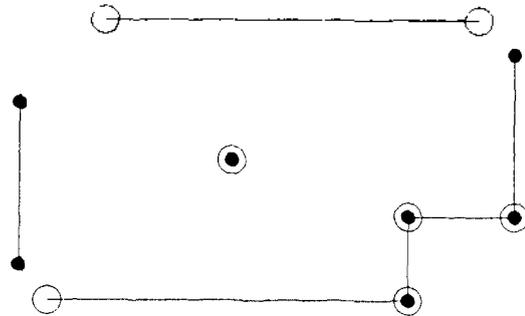


Fig. 7. Characteristics of the object shown in Fig. 1a.

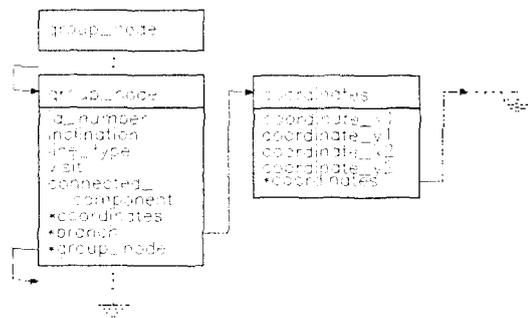


Fig. 8. Data structures of group\_nodes.

들에 대응되는 특징점은 쉽게 발견할 수 있으며, 이들에 대한 기하 치수는 요소 value를 이용하여 검사한다. 이때에 도면 요소가 x축에 평행, 또는 y축에 평행한가에 따라 x 또는 y축 방향 치수 검사에의 이용 여부를 결정하게 되는데, x축 방향의 치수 검사에 이용하는 요소에는 Flag\_x에 True를 Flag\_y에는 False 값을 부여하며, y축 방향의 치수 검사에 이용하는 요소에는 Flag\_x에 False를 Flag\_y에는 True 값을 부여하고, 원의 중심과 같이 x 및 y축 방향의 치수 검사에 이용하는 도형 요소에는 Flag\_x 및 Flag\_y에 True 값을 부여한다.

즉, 국소 및 대국 기하치수의 검사가 끝난 후에 Flag\_x 및 Flag\_y의 값에 따라 특징점의 집합이 결정된다. Fig. 7에는 Fig. 1a에 나타냈던 대상물의 특징점을 나타낸다. 여기에서 ●표시는 수평 방향(x방향)의 위상 치수 검사에 이용할 특징점이고, ○표시는 수직 방향(y방향)의 위상 치수 검사에 이용할 특징점을 의미한다.

그림에서 직선 요소의 양 단점을 나타내는 한 쌍으로 되어 있는 특징점은 대상물의 모서리부 또는 두 면의 교차부를 나타낸다. 그래서 이러한 특징점

의 그룹을 `group_node`라고 부른다. 한편 원의 중심과 같이 고립된 하나의 특징점은 관련된 기하 요소의 위치를 가리키며, 이러한 고립된 특징점도 하나의 `group_node`로 취급한다. Fig. 8은 시스템에 의하여 생성되는 `group_node`의 데이터 구조를 나타낸다. 여기에서 `group_node`는 중심선 또는 원의 중심에 대한 대칭의 검사에 이용한다.

### 5. 위상 그래프 모델(Topological Graph Model)과 위상치수 검사방법

앞에서 기술한 대로 대국 치수는 위상적인 면을 포함하고 있기 때문에 검사 항목 1)과 2)의 검사를 위해서는 위상 그래프 모델을 이용한다. 우선 위상 그래프 모델에 대하여 정의하고, 그래프의 구조와 치수와의 관계에 대하여 설명하기로 한다. 이미 기술한 바와 같이 치수선은 좌표축  $x$  및  $y$ 에 평행하며, 이러한 치수선은  $x$  및  $y$ 방향의 한 쌍의 `group_node` 사이의 거리를 결정하는 기능을 갖고 있다. 따라서 `group_node`를 그래프의 노드(Node)에 대응시키고, 치수선은 그래프의 변(Branch)에 대응시킨다. 즉, 치수선과 `group_node`를 연결하면 그래프를 형성할 수 있다<sup>10)</sup>. Fig. 9는 간단한 대상물에 대한 수평 방향으로 기입한 치수에 대한 그래프의 종류를 나타내고 있으며, 이러한 그래프를 치수 그래프(Dimension Graph)라고 부르기로 한다.

다음에 치수와 그래프 구조와의 관계를 알아 보기로 한다. 그림에서의 대상물은 수평 방향으로의 위상 치수 검사에 필요로 하는 `group_node`가 네 쌍임

을 알 수 있다. 그런데 Fig. 9a에는 세개의 치수선이 기입되어 있고 중복되는 것은 하나도 없다. 따라서 치수선에 의하여 모든 쌍의 `group_node`를 연결할 수 있으며, 이들 각 `group_node`에 도달하기 위한 경로(Path)는 일정하게 결정된다. 이와같이 중복되는 경로가 없이 치수선을 통하여 모든 `group_node`에 도달할 수 있는 치수 그래프를 완전 Tree 구조라고 하며, 치수 그래프가 완전 Tree 구조이면 필요로 하는 치수선이 충분히 기입되어 있는 것을 의미한다.

Fig. 9b에는 치수선이 네개 있으므로 치수 그래프는 루프(Loop)를 형성하게 된다. 이때에 루프를 형성하는 노드의 쌍은 하나 이상의 경로를 갖게 되어, 치수가 과잉기입되어 있음을 알 수 있다. 과잉 기입치수는 그림과 같이 루프를 형성하는 경우와 치수기입이 중복되는 경우가 있다. 따라서 과잉 기입치수가 있는 치수 그래프를 완전 Tree 구조로 만들기 위해서는 루프 또는 중복된 부분으로부터 치수선을 나타내는 변(Branch)을 제거하여야 한다. 이때에 제거하는 변을 과잉 치수 정보라고 한다.

Fig. 9c에는 치수선이 두개 밖에 없는 기입 치수가 부족한 예를 보여준다. 이 경우에는 부분 그래프와 노드는 연결되어 있지 않아 `group_node`와 치수선에 의한 경로를 통하여 모든 노드에 도달할 수가 없다. 따라서 고립된 `group_node`에 도달하기 위해서는 새로이 치수선을 추가하여야 한다. 이와같은 완전히 연결되지 않은 치수 그래프를 부분 그래프라고 부른다. 이상에서 알 수 있는 바와 같이 치수 그래프에서 완전 Tree 구조가 되기 위해서는 중복되는 치수가 없어야 하며 그래프의 노드에 해당하는 `group_node`

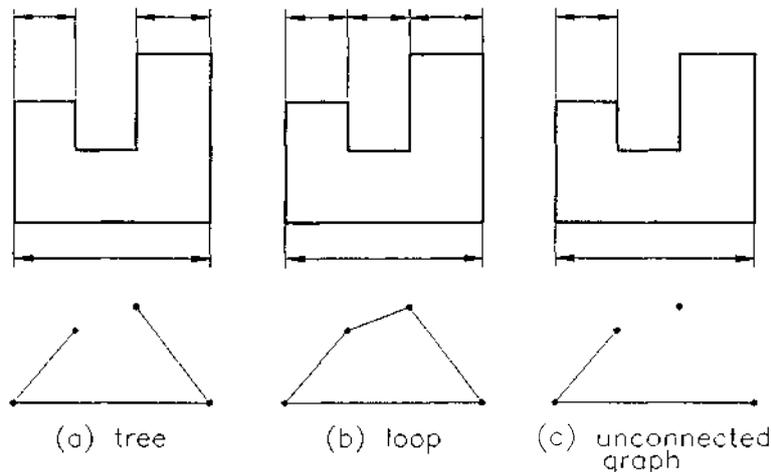
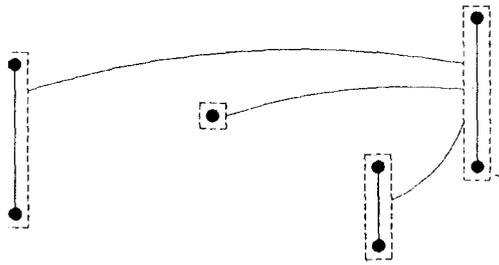
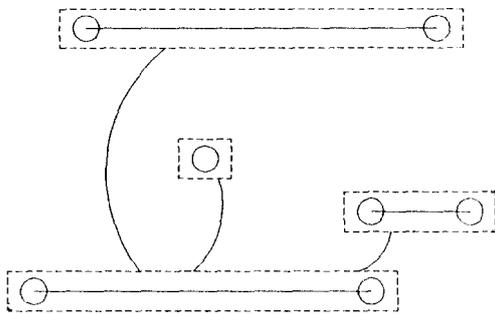


Fig. 9. Graph structures and dimensioning.



(a) horizontal graph



(b) vertical graph

Fig. 10. Topological-graphs for the object shown in Fig. 1a.

쌍의 숫자에서 1을 뺀 수 만큼의 치수선이 있어야 한다.

검사 항목 1)과 2)에 대해서는 치수 그래프의 구조를 이용하여 탐색을 하면 검사할 수 있다. Fig. 10은 Fig. 1a에서 나타난 대상물에 대한 수평 및 수직 방향 치수 그래프를 나타내고 있다. 각각의 치수 그래프는 완전 Tree 구조로 되어 있기 때문에 치수 기입은 충분하다는 것을 의미한다.

다음으로 치수 그래프의 데이터 구조와 이들 그래프의 생성 프로세스에 대하여 설명한다. Fig. 11은 치수 그래프의 데이터 구조를 나타낸다. 치수 그래프는 좌표축 x 및 y방향에 대하여 생성한다. 여기에서 group\_node의 내용은 Fig. 8에 나타난 group\_node의 내용과 같다. 또한 Fig. 6에서 나타난 구조체 dimension\_line\_1의 내용과 Fig. 11에서의 dimension\_line\_1도 같으며, 구조체로 나타난 branch는 group\_node의 쌍에 의하여 연결된 치수선을 의미한다. 따라서 Fig. 11에서 보여주는 바와 같이 하나의 group\_node에는 여러개의 변이 연결될 수 있다.

치수 그래프의 생성 과정은 다음과 같다.

1단계: dimension\_line\_1의 리스트로부터 임의의 치수선을 하나 선택한다.

2단계:  $i = 1$ 로  $j = 2$ 로 설정한다.

3단계: \*group\_node\_i를 지지하고 있는 group\_node를 탐색한다.

4단계: branch를 생성하고 group\_node에 의하여

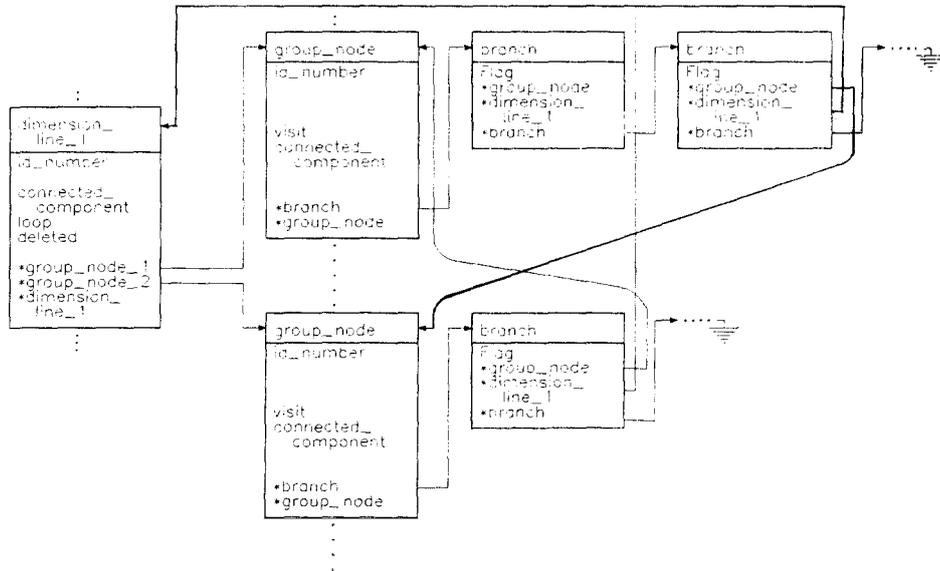


Fig. 11. Topological-graph representation.

연결한다.

5단계: branch는 치수선을 가리키고, group\_node는 \*group\_node\_j를 지시한다.

6단계:  $i = 2$  및  $j = 1$ 에 대하여 3단계에서 5단계까지의 과정을 반복한다.

7단계: 이런 과정은 모든 치수선에 대하여 처리를 하게되면 끝나게 되며, 만약에 치수선이 남아 있으면 1단계 부터 다시 반복하게 된다.

치수 그래프의 탐색에는 깊이 우선 탐색(Depth First Search) 알고리즘을 이용하고 있다. 구조체로 나타낸 group\_node의 변수 visit는 그래프에서의 루프를 발견하는데 사용된다. 또한 변수 connected\_component는 치수 그래프의 각 연결 요소를 가리킨다.

### 6. 치수 검토 프로세스

본 논문에서 제안한 치수검토 시스템은 앞에서 기술한 네가지의 검토항목에 대하여 검토를 수행한다. 검토 시스템은 네개의 모듈(Module)로 구성되며, 첫 번째 모듈은 본 시스템 개발에 이용한 CAD 시스템(일본의 ANDOR 주식회사에서 제공받은 CAD-SUPER III)으로 작성한 도면 데이터로부터 도면정보를 추출하여 내는데, 이 부분의 모듈을 수정하면 다른 CAD 시스템에 의하여 작성된 도면의 검증에도 이용이 가능하다. 두 번째 모듈은 국소부 형상의 인식과 이들의 기하 치수에 대한 검사를 하며, 세 번째 모듈에서는 대국 치수 중에서 기하 치수 및 위치 치수에 대한 검사를 한다. 마지막으로 네 번째 모듈에서는 위상 치수의 검사를 하게 되며, 여기에서 Fig.

2에서 보여준 치수의 분류에 기초하고 있다. 시스템의 상세한 구성에 대해서는 Fig. 12에 나타나고 있으며, 이는 치수 검토를 위한 검토 프로세스의 개요를 보여주는 것이기도 하다.

#### 6.1 특징점 추출

외형선, 은선, 중심선 등과 같은 투영도의 기하 요소에 대한 특징점을 CAD 도면 데이터로부터 추출한다. 이들의 특징점은 Fig. 4에서 보여준 것과 같은 데이터 구조로 컴퓨터 내부의 메모리에 저장된다. 이들 요소는 기하 모델에 기초하고 있으며, 이 모듈에서는 중심선 또는 원의 중심에 대한 대칭 검사도 하며, 이에 대한 정보는 각 요소의 symmetry에 저장된다.

#### 6.2 치수 추출

치수선, 치수 보조선, 지시선, 치수 및 치수 기호를 CAD 도면의 데이터로 부터 추출한다. 이 모듈에서는 치수선이 지시하고 있는 특징점에 대하여 해석하며, 해석한 데이터는 Fig. 6에서 보여주는 구조로 저장된다.

#### 6.3 국소 치수 검사

모따기, 둥글새, 구멍 및 기타 국소부에 대한 국소 치수 검사를 한다. 이 모듈은 국소 치수 검사부(Chamfer\_Dimension\_Checking), 원 검사부(Circle\_Dimension\_Checking), 원호 검사부(Arc\_Dimension\_Checking) 및 기하요소검사부(Typical\_Geometric\_Component\_Dimension\_Checking)의 네개의 서브 모듈(Sub Module)로 구성된다.

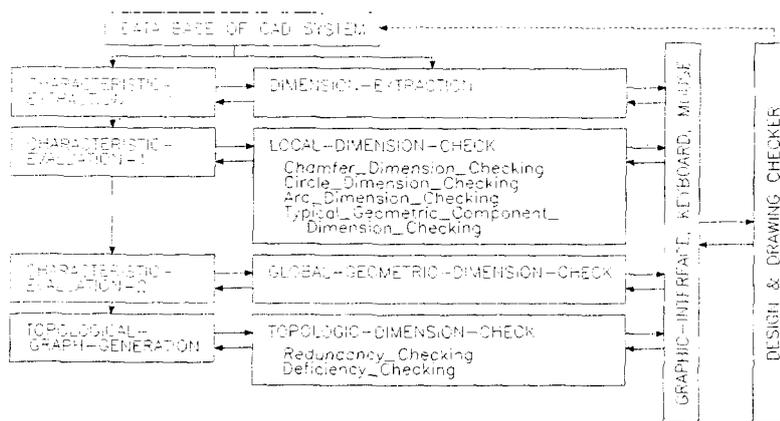


Fig. 12. System configuration.

모따기 검사부에서는 모따기부에 대한 검사를 수행하는데, 여기에서는 KS규격에 정하고 있는 모따기 형상을 외형선 데이터로부터 인식하고, 이어서 이에 대한 기하 치수 검사를 한다.

원 검사부에서는 구멍 및 원 요소에 대한 형상의 인식과 기하 치수의 검사를 수행한다. 원호 검사부에서는 둥근새(Round and Fillet) 및 원호 요소에 대한 형상의 인식을 한 후에 이에 대한 기하 치수의 검사를 수행하며, 기하 요소 검사부에서는 키 홈의 단면 등과 같은 기하 요소에 대한 인식과 기하 치수의 검사를 한다.

일반적으로 중심선에 대하여 대칭 위치에 있는 동일 형상의 기하 요소에 대해서는 한 곳에 치수를 기입하면 대칭인 다른 요소에 대해서는 치수 기입을 생략한다. 이 모듈에서는 symmetry값을 이용하여 대칭 요소의 기하 치수에 대한 치수 검사도 병행하며, 이때에는 중심선이나 원의 중심에 대한 대칭성 여부도 검사한다.

#### 6.4 특징점 평가 1

이 모듈에서는 치수 검사에 이용할 특징점과 치수 검사에 이용하지 않을 특징점의 평가를 한다. 이 정보는 Flag\_x 및 Flag\_y에 저장된다.

#### 6.5 대국 기하 치수 검사

이 모듈에서는 검사 항목 3)과 4)에 대한 대국 치수의 기하 치수와 위치 치수의 검사를 한다.

#### 6.6 특징점 평가 2

이 모듈은 두가지의 기능을 가지고 있다. 첫번째는 기본적으로 특징점 평가1과 같은 기능이고, 두번째는 Fig. 8에 나타난 group\_node의 리스트 데이터를 구축하는 기능이다.

#### 6.7 위상 그래프 생성

여기에서는 대상 설계 도면에 대하여, Fig. 11에서 보여주는 것과 같은 수평 및 수직 치수 그래프를 생성한다.

#### 6.8 위상 치수 검사

이 모듈에서는 수평 및 수직 방향에 대한 치수의 기입부족 및 과잉기입에 대한 검사를 한다. 따라서 이 모듈은 과잉 치수 검사부(Redundancy\_Checking)와 부족 치수 검사부(Deficiency\_Checking)로 구성되어 있다.

과잉 치수 검사부는 수평 및 수직 치수 그래프에 대하여 치수의 과잉기입 여부를 검사한다. 검사에서의 탐색에는 길이 우선 탐색에 의하여 연결 요소가 루프인지 여부를 검사한다. 이때에 각 루프부의 치수값을 디스플레이에 나타내고 설계자 또는 도면 검도자가 대화적으로 과잉치수를 제거한다. 이 작업은 루프의 연결 요소가 없어질 때까지 반복하는데 그러기 위해서는 수정한 치수 그래프를 다시 탐색하여 루프를 형성하는 연결 요소가 있는지 여부를 검사한다. 이 작업은 치수 그래프가 완전 Tree 구조가 되면 종료한다.

부족 치수 검사부는 수평 및 수직 치수 그래프에 대하여 치수의 기입부족을 검사하며, 부족치수가 있을때에 디스플레이에는 두개 이상의 치수 그래프를 다른 색으로 구분하여 나타내어 검도자가 쉽게 판단할 수 있도록 하였다. 작업자는 부분 그래프와 부분 그래프 사이에 부족한 치수선을 추가로 입력하여 부분 그래프와 부분 그래프를 연결한다. 이렇게 하여 치수 그래프가 하나의 완전 Tree 구조가 되면 부족치수의 검사는 완료한다.

과잉치수 및 부족치수의 검사는 작업자가 컴퓨터와 대화적으로 수행하게 되는데, 그 주된 이유로는 같은 도면이라도 설계자의 의도나 그 부품의 기능에 따라 치수기입이 달라질 수 있기 때문이다. 또한 이러한 모든 작업을 컴퓨터가 자동적으로 처리하기에는 시스템의 부담이 너무 커지게 되며 그것보다는 컴퓨터와 작업자가 대화적으로 진행하는 것이 보다 효과적이라고 판단되기 때문이다.

## 7. 결 론

설계 도면의 검사에는 설계 방법, 제작법, 조립 방법, 기술 표준 등 설계 대상물에 대한 광범위한 전문 지식을 필요로 한다. 따라서, 컴퓨터 내부에서 설계 도면 검토에 대한 전문 지식을 완전히 구현한다는 것은 용이한 작업이 아니다. 그러나 컴퓨터 지원에 의한 검토 시스템의 구축은 최근의 지능 CAD 시스템(Intelligent CAD System)에서 갖추어야 할 주요기능의 하나라고 할 수 있다. 본 논문은 이러한 기능을 갖추기 위한 시작 단계이며, 설계 도면이 포함하고 있는 설계 정보에 대한 검사 범위를 확장하여, 본 시스템의 기능을 향상시키 나갈 계획이다.

본 논문은 기계 부품의 설계 도면에 대한 하나의 검토 방법을 제안하고 있으며, 설계 도면의 기하 정보 모듈 도형 기하적인 관점에서 기하 모델과 위상 그

래프 모델을 이용하여 다루었다. 또한 도면이 갖는 치수의 의미를 세가지 관점에서 분류하였으며, 치수 검토 시스템은 치수가 갖는 의미의 분류, 기하모델 그리고 위상 그래프 모델에 기초하여 개발하였다. 이 검토 시스템은 다음의 네가지 항목

- 1) 기입부족치수
  - 2) 과잉기입치수
  - 3) 도면에 기입한 치수와 투영도상의 기하치수와 의 일치 여부
  - 4) 구멍과 같은 기하요소에 대한 치수기호 및 치수 의 기입 잘못
- 에 대하여 검증을 한다.

이 시스템에서 검증 대상으로 하고 있는 설계 도면은 일면도(즉, 하나의 평면도)이며, 계속하여 검증 대상을 삼면도로 확장하여 나갈 것이다. 또한 본 시스템에서는 단면도, 부분 투영도 등은 대상에서 제외하고 있어 대상 도면의 제한을 완화하는 것도 앞으로의 과제이다.

마지막으로 본 논문에서 제안한 검토 시스템에서의 가장 중요한 점은, 설계자 자신에 의한 검토를 지원하여 검토에서의 설계자 자신의 자기 검토에 의한 자신의 잘못을 용이하게 검출할 수 있도록 한 것이며, 설계 도면 및 제도 도면에 대한 검사에 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. 中條鍾一, "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. 皆川雅章, 嘉數侑昇, 沖野教郎, "自動寸法記入問題に関する研究," 精密工學會誌, Vol.52, No.9, pp. 1553-1559, 1986
3. 今村 聰, 小島俊雄, 井上久仁子, 關口 博, "自動寸法指定問題に関する研究," 精密工學會誌, Vol.53, No. 11, pp.1713-1718, 1897

4. 北嶋克寛, 小口琢夫, 吉川弘之, "線形構造條件式に基づく寸法整合システムの開発," 精密機械, Vol.49, No.8, pp.1094-1101, 1983
5. 鈴木宏正, 木村文彦, 佐田登志夫, "プロダクトモデルに基づく幾何學的拘束關係の記述と寸法處理への應用," 精密工學會誌, Vol.52, No.6, pp.1037-1042, 1986
6. Saito, Y and Hanaoka, T., "Development of Automatic Checking Procedure of Drawing with the Help of Artificial Intelligence," *Proc. MSET21*, pp. 407-412, 1990
7. Lee, S.S., Tsujio, S. and Ono, T., "A Computer Aided Drawing Check System(Part1 : Drawing Check of Dimensions and Mis-Writings)," *Proc. of KACC*, Vol.2, pp.798-803, 1988
8. 한국공업표준심의회, "KS B0001 기계제도," 한국공업표준협회, 1987
9. Tsujio, S., Lee, S.S. and Ono, T., "A Computer Aided Drawing Check System(Part2 : Dimension Check of Single Plane Projection Drawings)," *Proc. of KACC*, Vol.2, pp.1022-1027, 1989
10. 石畑 清, "アルゴリズムとデータ構造," 岩波書店, 1989



### 이 성 수

1981년 한양대학교 정밀기계공학과 졸업  
 1987년 일본 NAGOYA(名古屋)대학 대학원(기계공학과) 공학석사  
 1991년 일본 OSAKA(大阪)府立대학 대학원(기계공학과) 공학박사  
 1991년~1993년 삼성전자 정보통신 종합 연구소(CAD팀) 수석연구원  
 현재 건국대학교 공과대학 기계설계학과 조교수  
 관심분야: 설계검증시스템, CAD데이터의 활용 및 이용, CAD/CAM, 기계시스템의 지능화, 설계 지원 S/W의 연구