

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
G01B 11/00

(11) 공개번호 특2000-0022946
(43) 공개일자 2000년04월25일

(21) 출원번호	10-1999-0037806
(22) 출원일자	1999년09월07일
(30) 우선권주장	2411 1998년09월07일 모나코(MC)
(71) 출원인	드라루지오리에쓰.에이. 다니엘구이산, 화우스토지오리 스위스연방국, 1003로이산느, 루드라파익스4
(72) 발명자	스트링가루이지
(74) 대리인	모나코(프린치파우트)98000불바드데벨지끄25"에덴타워" 황의만

심사청구 : 없음

(54) 탄성 모델을 이용한 인쇄 품질의 자동 검사 방법

요약

본 발명은 변형성 대상물 상의 인쇄의 품질을 자동적으로 검사하기 위한 모델을 전자 수단으로 의해 형성하는 방법에 관한 것이다. 그러한 모델을 우선 그 인쇄 품질이 용인될 수 있는 것으로 간주되는 시트의 세트의 상을 전자 카메라(CCD 카메라)로 포착함에 의해 형성한다: 그 상을 기억시켜 농도계 측정 상의 해당 공차 한계치를 수반하는 제1 참조 상을 형성한다. 이어서, 그러한 참조 상을 매우 작은 격자망 셀을 구비한 격자를 중첩시킴에 의해 다수의 하위 상으로 구분한다. 검사 중에는 검사하려는 상에서의 격자의 마디 사이의 거리를 측정한다: 따라서, 그에 의해 모델에서의 마디 사이의 간격이 검사하려는 상에서와 동일하게 되도록 하는 모델의 탄성적인 수정이 이루어진다. 결국, 검사하려는 상은 수정된 참조 모델과 관련하여 임의의 표준 검사 기법의 사용에 의해 검증된다.

대표도

도3

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 인쇄된 형상의 일례로서 문자 "A"를 a)에, 그리고 3×3 격자가 중첩된 것을 b)에 각각 나타낸 도면.

도 2는 도 1의 형상의 5개의 특징적 구조를 a)에, 그리고 그러한 구조에 5개의 마디(K1 내지 K5)가 수반되는 것을 b)에 각각 나타낸 도면.

도 3은 도 2의 문자 "A"가 변형된 일례를 a)에, 그리고 그와 같이 변형된 형상에서의 마디의 위치를 각각의 마디의 해당 변위를 강조하여 b)에 각각 나타낸 도면으로서, 보다 상세하게는 $K_i [i \in (1,5)]$ 가 원래의 상에서의 i번째 마디의 위치이고 $K'i$ 가 변형된 상에서의 i번째 마디의 위치라고 할 때에 도시된 일례에서는 Δx_2 및 Δx_5 를 제외한 모든 변위 Δx_i 및 Δy_i 가 0인 것을 알 수 있는 도면.

도 4는 본 명세서에 설명된 검사 시스템의 대표적인 배치 상황을 나타낸 도면.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

- 1 : 선형 CCD 카메라
- 2 : 카메라 렌즈
- 3 : 조명 시스템
- 4 : 시트
- 5 : 실린더
- 6 : 상 처리 서브 시스템
- 7 : 조작자 인터페이스

K1, K2, K3, K4, K5, K'1, K'2, K'3, K'4, K'5 : 마디

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 종이, 플라스틱 또는 고무의 시트와 같은 변형성 재료 상에 있는 인쇄의 품질을 매우 세밀하게 점검하기 위한 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 시트의 변형으로 인해 인쇄된 형상이 모델과는 매우 다르게 될 정도로 왜곡이 발생함에도 불구하고 사람의 눈에는 여전히 괜찮은 것으로 보이는 경우일지라도 검사 중의 실시간에 인쇄 품질의 자동 검사에 통상 사용되는 참조 모델을 수정하기 위한 방법에 관한 것이다. 실제로, 지금까지 알려진 모든 방법은 강성 모델(비변형성)을 사용하기 때문에, 시트(종이, 플라스틱, 고무)의 변형에 대응하기 위해서는 공차를 상당히 완화시켜 허위 탐지의 위험을 감소시킬 수밖에 없다. 특히, 그로 인해 용인될 수 없을 정도로 검사의 세밀도를 낮추어야 하는 일이 매우 빈번하다.

인쇄의 품질을 판정하기 위한 몇 가지 방법들이 일반적으로 알려져 있다: 그러한 방법 중의 일부의 예를 참고 문헌 목록에 제시한다. 그들 문헌의 저자들이 제안하고 있는 방법의 구성은 매우 다양하지만, 거의 모든 방안이 다음과 같이 적절히 요약될 수 있는 동일한 접근법을 기초로 하고 있다.

인쇄의 품질이 양호한 하나 이상의 대상물(시트 등) 견본으로 이루어진 세트(학습 세트; TS)가 참조 모델 및(또는) 농도계 측정과 관련된 해당 인쇄 공차를 이용하여 검사 시스템을 "학습"시키는 데 사용된다. 일반적으로, 학습 방법은 전자 주사 시스템에 의해 TS의 견본의 상 및 TS 상(또는 일부의 바람직한 그 변형)의 평균이 될 수 있는 "참조 모델"(때때로, "골든 템플릿(golden template)"으로 지칭됨)의 구조의 상을 포착하는 것으로 이루어진다. 농도계 측정 상의 참조치(즉, 참조 상에서의 값)에 부가하여, 분석된 상의 각각의 화소에 대해 한 쌍의 한계치(예컨대, 지나치게 어두운 TD 및 지나치게 밝은 TL)가 계산된다. 그러한 한계치를 도출하기 위한 몇 가지 기법이 제안되어 있다: 예컨대, 일부 저자는 상의 구배를 사용하며; 또 다른 저자는 표준 편차를 사용하는 등의 여러 기법이 있다. 여하간, 참조 모델은 상의 각각의 화소에 따른 농도계 측정 상의 한계치 TD 및 TL과 결부된 인쇄 공차의 표상이 된다. 그러한 표상은 "강성적"인 것이다. 즉, 인쇄 구조의 상대적 변위를 유발하는 변형에 대해 대응할 여지가 전혀 없다. 따라서, 전술된 모든 방안에서는 비록 임계치(TD 및 TL)의 공차를 완화시키기 위한 일부의 교묘한 방법이 도입되고 있음에도 불구하고, 인쇄 매개체(종이, 플라스틱 등)의 변형이 "허위 결함", 즉 사람인 검사자에 관한 한 결함이 없는데도 시스템에 의해 거부되는 인쇄를 탐지하게 되는 주요 요인이 된다. 또한, 그러한 형식으로 공차를 증가시키는 것은 검사를 상당히 조악하고 부정확하게 만들고, 그 결과 품질의 표준을 저하시키는 원인이 된다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 전술된 선행 기술의 문제점을 해소할 수 있는 인쇄 품질의 자동 검사 방법을 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따르면, 검사 대상물(종이, 플라스틱 고무 등의 시트)을 바람직한 해상도를 수반하는 잘 알려진 광전자 수단, 예컨대 CCD 카메라(선형 또는 매트릭스 카메라, 흑백 또는 컬러 카메라)에 의해 광학적으로 분석하여 인쇄 시트의 전자 상을 생성한다.

전자 상은 전체적으로 사각형 매트릭스로서 편성되는 불연속 세트의 농도치로 이루어진다. 매트릭스(화소)의 각각의 요소는 상의 해당 부위에 의해 반사되는 빛의 강도의 측정치이다. 그러한 농도치는 흔히 256개의 회색 수준으로 수치화된다(예컨대, 0은 흑색에, 그리고 255는 흰색에 해당함).

컬러 상의 경우에는 상의 각각의 화소에 의해 반사된 적색, 녹색 및 청색 성분에 해당하는 3개의 매트릭스로 상이 표현된다.

이후로 "상"이란 용어는 흑백 상(단일의 농도치 매트릭스)인 경우와 컬러 상(3개의 매트릭스)인 경우에 모두 항상 "전자 상"을 대신하여 사용된다.

전술된 타문헌의 저자들로부터 제안된 방안에서와 마찬가지로, 본 발명에 따른 방법의 제1 단계는 "적절히 인쇄된" 시트(즉, 용인될 수 없을 정도의 결함이 없는 시트)의 하나 이상의 상으로 이루어지고 양호한 인쇄의 "모델"을 수립하는데 사용될 학습 세트(TS)를 규정하는 단계이다.

이어서, 다음의 후속 단계들을 실행한다:

- TS로부터 참조로서 사용되는 상(TS 상 중의 하나, TS 상의 평균 또는 임의의 적절한 변형, 예컨대 시트 상에 인쇄된 형상의 가장자리의 상일 수 있음)을 도출하는 단계.
- 예컨대 도 1의 b)에 도시된 격자(등축 격자 또는 기타의 격자)를 중첩시킴에 의해 참조 상을 다수의 하위 상으로 구분하는 단계.
- 인쇄 매개체의 변형을 측정하는데 그 위치가 사용될 인쇄된 형상의 매우 특징적 구조를 격자의 각각의 격자망 셀에서 선택하는 단계(이후로 그러한 구조의 위치를 모델의 마디(node)로서 지칭

함).

- 그러한 구조들은 매우 복잡한 위상학적 특징의 구조로부터 예컨대 격자망 셀 내부에서의 상 구배의 최대치와 같은 다소 간단한 구조에 이르기까지 다양할 수 있다. 특징적 구조 및 그에 따른 모델의 마디를 자동적으로 도출하기 위한 몇 가지 기법에 관해서는 "바람직한 실시예의 설명"에서 예시하기로 한다.

- 각각의 마디에 대해 참조 상에서의 위치로부터의 최대 허용 변위로서 변형 임계치를 규정하는 단계.

마지막으로, 모델의 각각의 화소에 대해 농도계 측정 상의 임계치(예컨대, 지나치게 어두운 TD 및 지나치게 밝은 TL)를 당해 목적으로 특히 사용되는 임의의 기법(최대치-최소치; 표준 편차; 구배의 분산 등)에 따라 TS 상으로부터 수립할 수 있지만, 그 임계치를 계산하기 전에 각각의 TS 상에 대해 다음의 처리 단계를 실행한다:

- 참조 상에서의 해당 마디에 대한 TS 상의 각각의 마디의 변위를 측정하는 단계.

- 모든 마디가 참조 상에서와 동일한 위치를 차지할 정도로 TS 상을 단성 변형시키는 단계. 본 단계는 예컨대 "2 패스 격자망 왜곡법(2-pass mesh warping)"(참고 문헌 1을 참조)으로 지칭되는 것과 같은 공지 상 변형 알고리즘의 사용에 의해 바람직한 정확도로 실행될 수 있다.

따라서, 본 발명에 따르면 모델을 수립하는 과정이 참조 상에서와 동일한 위치를 차지하도록 적절히 변형된 TS 상에 대해 실행된다.

검사 중에는 우선 인쇄 품질의 점검을 위해 평가하려는 상을 TS의 상과 동일한 형식으로 처리한 후에 다른 접근법에서와 마찬가지로 모델의 한계치(임계치)와 비교한다. 그러한 과정에 의해, 다른 단계에서 규정된 변형 임계치보다 더 작은 변형은 매우 세밀한 검사가 확보되도록 교정되는 반면에 과도하게 변형된 시트는 결함이 있는 것으로서 거부되는 것이 보장된다.

끝으로, 검사하려는 상을 교정하는 대신에 모델(임계치 TD 및 TL과 같은 그 한계치와 함께)을 변형시킴에 의해서도 물론 동일한 결과가 얻어질 수 있다.

이하, 바람직한 일 실시예를 본 발명의 일례로서 첨부 도면에 의거하여 설명하기로 한다.

도 4는 검사 시스템의 배치 상황을 도시하고 있는데, 렌즈(2) 및 조명 시스템(3)을 구비한 CCD 카메라(1)는 검사하려는 시트(4)가 실린더(5)의 둘레를 회전하는 중에 그 시트(4)의 상을 포착하는데 사용된다.

카메라에 의해 주사된 라인은 순차적으로 상 처리 서브 시스템(6)의 제1 버퍼 회로(메모리 회로)에 기억되어 각각의 시트의 상(전자 상)이 생성된다.

특수한 하드웨어 또는 프로그래밍될 수 있는 컴퓨터, 예컨대 DSP(디지털 신호 프로세서), 초고속 PC를 기본으로 하는 상 처리 서브 시스템(6)은 모델 수립 단계와 검사 단계 중에 상이한 작업을 실행한다.

모델 수립 단계 중에는:

- TS의 시트의 상을 포착하여 그 상을 적절한 메모리에 기억시킨다.

- TS로부터 참조 상을 도출한다(자동적으로, 아니면 조작자 인터페이스(7)의 제어대를 사용하는 조작자의 도움에 의해).

- 참조 상 위에 격자를 중첩시킨다. 격자의 행과 열의 수는 미리 정해져 있거나 조작자 인터페이스(7)를 사용하는 조작자에 의해 입력된다.

- 격자의 각각의 격자망 셀에서의 마디의 위치를 격자망 셀에 대한 최대치에서의 화소의 좌표 또는 변량 q로서 판별하는데, 변량 q는 다음과 같이 주어진다.

$$\langle \Delta \text{MARGIN} \rangle \langle TR \rangle \langle P \rangle q = \left[\sum_A \left| \frac{\partial I(P)}{\partial X} \right| \right] \cdot \left[\sum_A \left| \frac{\partial I(P)}{\partial Y} \right| \right] \langle P \rangle$$

수학식 1에서 I(P)는 화소 P의 위치에서의 전자 상의 값이고, A는 그 중심이 P에 있는 매우 미세한 정사각형 표면(몇 개의 화소)이다.

편미분의 절대치의 A에 관한 급수의 벡터 적을 최대화함에 의해, 그 수직 및 수평 위치의 탐지가 용이한 구조가 마디로 되는 것이 보장된다.

이어서, TS의 각각의 상을 상 처리 서브 시스템(6)에 의해 다음의 단계를 따라 처리한다:

- 참조 상에서의 해당 마디에 대한 TS상의 각각의 마디의 변위 Δx , Δy 를 판별하는 단계. 본 실시예에서는 최대치 상관 방법을 사용하여 작업을 실행한다: 그 중심이 마디의 좌표 x_0 , y_0 상에 있는 참조 상의 미세 사각형 부분 S_0 를 그 중심이 TS 상의 각각의 위치(화소)로 점차 이동되는 동차원의 부분 S_1 과 비교하여 상관 계수가 그 최대치로 되는 지점의 위치 x_1 , y_1 을 찾는다. 그 경우, 변위는 $\Delta x = x_1 - x_0$ 및 $\Delta y = y_1 - y_0$ 로 주어진다.

- TS 상의 마디가 참조 상에서와 동일한 위치를 차지하도록 TS 상을 변형시키는 단계. 본 실시예에서는 "2 패스 격자망 왜곡법"(참고 문헌 1을 참조)으로서 지칭되는 이미 언급된 알고리즘을 사용하여 작업을 실행한다.

- 변형된 TS 상에 대해 그 상의 각각의 화소의 평균 $Avg(P)$ 및 표준 편차 $Sgm(P)$ 를 계산하는 단계.

상 처리 서브 시스템(6)은 본 발명의 본 실시예에 따라 검사를 하는 단계 중에는:

- 우선, 카메라(1)에 의해 포착된 점검하려는 각각의 상에 대해 모델 수립 단계 중에 사용된 것과 동일한 변형을 실행한다. 따라서, 점검하려는 상은 그 마디가 참조 상에서와 동일한 위치를 차지하도록 변형된다.

- 이어서, 점검하려는 상의 각각의 화소 P의 값 $I(P)$ 와 평균 $Avg(P)$ 의 해당치와의 차 $\Delta(P)$ 를 계산한다.

- 마지막으로, 과도하게 변형된 특성의 시트(즉, 하나 이상의 마디의 변위가 이미 정해져 있는 임계치보다 더 큰 시트)를 결함이 있는 것으로서 거부한다. 또한, 중심이 P이고 반경이 R인 구역 내에서 적어도 M 화소에 대해 $\Delta(P) > K Sgm(P)$ 인 시트를 거부한다. 파라미터 K, M 및 R은 검사의 세밀도가 정해지도록 조작자에 의해 선택될 수 있다 (조작자 인터페이스(7)에 의해).

다른 바람직한 실시예는 다음의 구성을 포함한다:

a) 선형 카메라를 매트릭스 카메라로 대체시킨다. 그 경우, 조명 시스템은 상의 정확한 포착을 보장하기 위해 카메라의 상 주파수에 동기화된 플래시 장치를 사용해야 할 것이다.

b) TS의 상의 평균을 참조 상으로서 사용한다.

c) 마디를 수동으로 선택한다.

d) 다수의 미세한 마스크(템플릿)(각각 그 중심이 마디에 있음)를 사용하여 "최적 중첩"(또는 최적 정합)으로서 지칭되는 기법에 의해 마디의 변위를 탐색한다.

e) 검사하려는 상의 마디가 모델(참조 상)에서와 동일하게 위치되도록 그 상을 변형시키는 대신에, 모델의 마디가 검사하려는 상에서와 동일한 위치를 차지하도록 그 모델을 변형시키는 이미 언급된 바와 같은 접근법을 채용한다.

f) 임계치의 정의를 표준 편차에 비례하는 것과는 상이한 것으로 사용한다.

발명의 효과

본 발명에 따른 탄생 모델을 이용한 인쇄 품질의 자동 검사 방법에서는, 모델을 수립하는 과정이 참조 상에서와 동일한 위치를 차지하도록 적절히 변형된 TS 상에 대해 실행되고, 검사 중에도 우선 인쇄 품질의 점검을 위해 평가하려는 상을 TS의 상과 동일한 형식으로 처리한 후에 모델의 한계치(임계치)와의 비교가 이루어진다. 따라서, 모델 수립 단계에서 규정된 변형 임계치보다 더 작은 변형은 매우 세밀한 검사가 확보되도록 교정되는 반면에 과도하게 변형된 시트는 결함이 있는 것으로서 거부되는 것이 보장된다.

<참고 문헌>

1 : 카트멀, 이(Catmull, E) 등, "주사선 등급에서의 상의 2차원 변형(2D Transformation of Images in Scanline Order)-컴퓨터 그래픽, (SIGGRAPH 80 학회 회보), 제14권, 제3호, 제279-285면, 1980년 7월

2 : 엘. 스트링거(L. Stringa), "인쇄 시트, 특히 유가 증권 종이의 품질 제어 설비(Installation for Quality Control of Printed Sheets, Especially Security Paper)", 1994년 2월 4일자, 미국 특허 제5,598,006호

3 : 엘. 스트링거, "종이의 상의 인쇄 품질을 자동 점검하는데 사용하려는 참조 모델의 생성 방법(Procedure for producing a reference model intended to be used for automatically checking the printing quality of an image on paper)", 1995년 3월 7일자, 미국 특허 제5,778,088호

4 : 볼차 쉐넨만(Bolza Sheneman) 등, "인쇄 시트의 품질 제어 방법(Method for Quality Control of Printed Sheets)", 1995년 1월 24일자, 미국 특허 제5,384,859호

(57) 청구의 범위

청구항 1

광전자 상 포착 장치와, 검사하려는 상 위에 적절한 격자를 중첩시킨 후에 격자의 마디에 대해 변형되지 않은 참조 상으로서 간주되는 상에서의 위치에 대한 변위를 측정함에 의해 인쇄 매개체의 변형을 측정하는 상 처리 시스템을 사용하여 고무, 플라스틱 또는 종이의 시트와 같은 변형성 인쇄 매개체 상에 인쇄된 상의 인쇄 품질을 자동적으로 판정하기 위한 방법으로서,

검사하려는 상을 임계치와 비교하기 이전에 그 상의 마디가 참조 상에서의 위치와 동일한 위치를 차지하도록 변형시키는 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 참조 상은 TS(본 명세서에서 정의된 학습 세트)의 상 중의 하나인 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 변형되지 않은 참조 상은 TS의 상의 평균인 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 조작자가 인쇄된 형상의 특징적 구조 상에 수동으로 마디를 위치시키는 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 각각의 격자망 셀의 내부에서의 수학적 1에 의해 정의된 변량의 최대치 상에 자동적으로 마디를 위치시키는 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 공지의 특징적 구조를 도출하는 임의의 기법을 사용하여 각각의 격자망 셀의 내부에서 특징적 구조(위상학적 또는 기하학적 관점에서 특징이 있는 구조, 특히 윤곽, 모서리, 각, 절편, 구멍 등)를 도출함에 의해 자동적으로 마디를 판별하는 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, "2 패스 격자망 왜곡법"으로서 지칭되는 이미 언급된 알고리즘에 의해 상을 변형시키는 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, "2 패스 격자망 왜곡법" 이외의 기법으로서, 그에 한정되는 것은 아니지만 탄성 변형법, 쌍일차 보간법 또는 임의의 차수의 보간법 및 격자망 셀의 강성 병진법을 비롯한 근사법에 의해 상의 변형을 계산하는 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

청구항 9

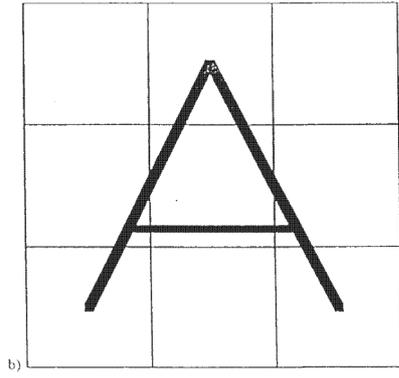
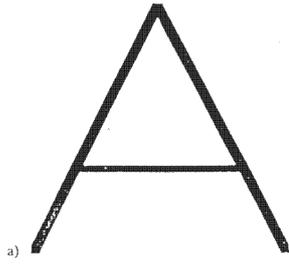
제 1 항에 있어서, 검사하려는 상을 변형시켜 참조 상에서와 동일한 마디의 위치를 얻는 대신에, 모델(참조 상)을 변형시켜 검사하려는 상에서와 동일한 마디의 위치를 얻는 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

청구항 10

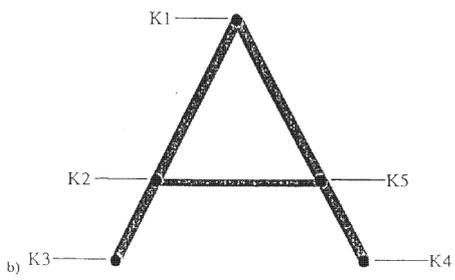
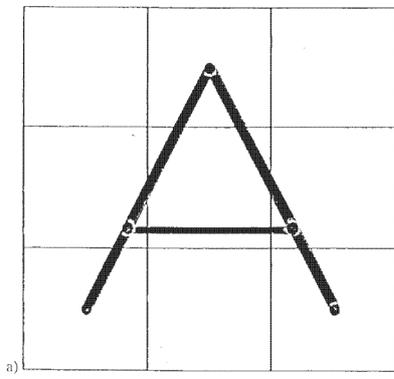
제 1 항에 있어서, 격자의 중첩과는 상이하게 무작위 탐색을 비롯한 형식으로 시트의 전 구역에 걸쳐 마디를 탐색하는 것을 특징으로 하는 인쇄 품질의 자동 검사 방법.

도면

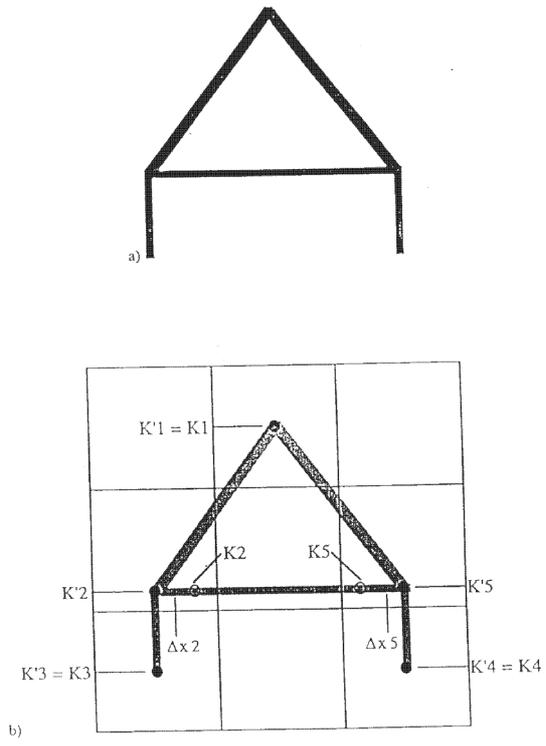
도면1



도면2



도면3



도면4

