

(11) Número de Publicação: PT 101445 B

(51) Classificação Internacional: (Ed. 6)
B07C005/00 A

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de depósito: 1994.01.19	(73) Titular(es): INETI-INST.NAC.ENGENH.E.TECNOL.INDUSTRIAL AZINHAGA DOS LAMEIROS 1699 (EST. PAÇO DO LUMIAR) 1100 LISBOA PT INESC-INST. DE ENG.DE SISTEMAS E COMPUTADORES RUA ALVES REDOL,9 1000 LISBOA PT
(30) Prioridade:	
(43) Data de publicação do pedido: 1995.08.09	(72) Inventor(es): ANTÓNIO FRANCISCO LIMAS SERAFIM PT JOSÉ ANTÓNIO ALMEIDA DA CRUZ PT
(45) Data e BPI da concessão: 09/96 1996.09.05	(74) Mandatário(s): JORGE BARBOSA PEREIRA DA CRUZ RUA DE VÍTOR CORDON 10-A 3/AND. 1200 LISBOA PT

(54) Epígrafe: SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS EM SUPERFÍCIES NATURAIS E SINTÉTICAS

(57) Resumo:

SISTEMA; IDENTIFICAÇÃO; DEFEITOS; SUPERFÍCIES NATURAIS;
 SINTÉTICAS

[Fig.]



DIRECÇÃO DE SERVIÇOS DE PATENTES

CAMPO DAS CEBOLAS, 1100 LISBOA
TEL: 888 51 51 / 2 / 3 TELEX: 18358 INPI
TELEFAX: 87 5308

FOLHA DO RESUMO

Modalidade e n.º (11)	T D	Data do pedido: (22)	1. Classificação Internacional (51)
PATENTE No. 101445			

Requerente (71): INETI-Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, portuguesa, Instituição de Investigação, com sede na Azinhaga dos Lameiros à Estrada do Paço do Lumiar, Lisboa, ANTÓNIO FRANCISCO LIMAS SERAFIM, português, engenheiro, residente na Rua José P. Chaves, No.1-3º.Drt.Lisboa e

Inventores (72): ANTÓNIO FRANCISCO LIMAS SERAFIM e JOSÉ ANTÓNIO ALMEIDA COSTA DA CRUZ, residentes em Lisboa

Reivindicação de prioridade(s) (30)			Figura (para interpretação do resumo)
Data do pedido	Pais de Origem	N.º de pedido	
Epígrafe: (54) "SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS EM SUPERFÍCIES NATURAIS E SINTÉTICAS"			
Resumo: (máx. 150 palavras) (57)			

O presente invento diz respeito a um sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas utilizando uma metodologia de reconhecimento de padrões.

Os defeitos são marcados sobre a superfície por contorno da sua área de influência. O tipo de defeito é igualmente marcado sobre a pele através de um símbolo conveniente que está relacionado com o grau de gravidade daquele. A digitalização do defeito e a sua identificação é realizada de uma forma automatizada utilizando uma câmara de video óptica bidimensional para aquisição de imagem da superfície. São então aplicados procedimentos visando a vectorização do contorno do defeito e o reconhecimento do símbolo baseado nas suas características geométricas.

A inspecção visual de superfícies quer naturais quer sintéticas pode ser aplicada com êxito nos sectores das peles e



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

DIRECÇÃO DE SERVIÇOS DE PATENTES

CAMPO DAS CEBOLAS, 1100 LISBOA
TEL: 888 51 51 / 2 / 3 TELEX: 18356 INPI
TELEFAX: 875308

FOLHA DO RESUMO (Continuação)

Modalidade e n.º ⁽¹¹⁾	T D	Data do pedido ⁽²²⁾	Classificação Internacional ⁽⁵¹⁾
----------------------------------	-----	--------------------------------	---

Resumo (continuação) ⁽⁵⁷⁾

curtumes, das rochas ornamentais, dos aglomerados de cortiça, da madeira e a metalomecânica. A industria do calçado é a principal beneficiária deste sistema.

NÃO PREENCHER AS ZONAS SOMBREADAS



INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

DIRECÇÃO DE SERVIÇOS DE PATENTES

CAMPO DAS CEBOLAS, 1100 LISBOA
TEL: 888 51 51 / 2 / 3 TELEX 18358 INPI
TELEFAX: 87 53 08

NÚMERO	CÓDIGO	DATA E HORA DE RECEPÇÃO	MODALIDADE	PROCESSO RELACIONADO

FOLHA DE CONTINUAÇÃO N.º

 REQUERENTE EPÍGRAFE REIV/PRIORIDADES OUTROS

INESC-Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, portuguesa, Instituição de Utilidade Pública, com sede na Rua Alves Redol, No.9, Lisboa

NÃO PREENCHER AS ZONAS SOMBREADAS

Lisboa, 19 de Janeiro de 1994

(Requerente ou Mandatário)

~~H~~

DESCRIÇÃO
"SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS EM SUPERFÍCIES NATURAIS E SINTÉTICAS"

O presente invento diz respeito a um sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas utilizando uma metodologia de reconhecimento de padrões.

As peles utilizadas na fabricação de calçado e de malas representam o principal factor de custo desta indústria pelo que a optimização do seu consumo é um objectivo prioritário, a par com a automatização e simplificação dos processos de fabrico. Neste contexto são muito importantes todos os factores que contribuam de modo positivo para a resolução deste tipo de problemas.

TÉCNICA ANTERIOR

São já conhecidas soluções para os problemas referidos entre as quais merecem especial destaque os sistemas de ajuda na concepção daqueles produtos e similares - CADs - e, também, na colocação das peças constituintes dos mesmos sobre a pele real, por forma a optimizar o seu aproveitamento. A ligação dos sistemas de CAD e de colocação à pele real requer a concepção e construção de uma interface capaz de extrair informações sobre as características geométricas e físicas da pele. Esta interface é igualmente indispensável ao processo de automatização de corte da pele.

As peles devem ser inspecionadas antes da aplicação do resultado do CAD às operações de colocação. Nas fábricas mais modernas as duas operações são executadas antes que as características das peles possam ser representadas no computador através de :

- A marcação dos defeitos após inspecção visual;

- A digitalização da pele e dos defeitos e a identificação destes.

A operação de digitalização da pele tal como é realizada actualmente tem vários inconvenientes de entre os quais se destacam:

- A imprecisão que conduz a desperdícios no consumo da pele;
- A demora por requerer operações manuais;
- O uso de equipamento relativamente dispendioso.

SUMÁRIO DO INVENTO

Com este novo invento pretende-se eliminar todos os inconvenientes anteriormente referidos. Com efeito este sistema vai automatizar as operações de digitalização, localização e identificação dos defeitos em peles, podendo igualmente aplicar-se a outras superfícies naturais ou sintéticas.

As imagens das peles são adquiridas através de uma câmara óptica de video bidimensional, vidicon ou de estado sólido (CCD ou outra). Os defeitos na pele são previamente marcados por um operário especializado através de um contorno fechado de cada um deles. Junto a cada defeito é colocado um símbolo conveniente, a seguir descrito, que indica a classe do defeito. Defeito(s) e símbolo(s) são então convenientemente delimitados através de um contorno fechado.

O símbolo representativo de um defeito é sempre um polígono aberto muito simples constituído por dois a $n+1$ segmentos de recta, sendo n o número de classes de defeitos previstos.

O sistema não necessita de iluminação especial. A luz fluorescente usual é suficiente para o seu funcionamento.

Constitui portanto um objectivo fundamental deste invento a localização e identificação de diferentes classes de defeitos de objectos pertencentes a superfícies naturais ou sintéticas, previamente marcados segundo uma determinada metodologia.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A título meramente exemplificativo juntam-se em anexo três folhas de desenhos em que:

- A figura 1 representa defeitos da classe 2 (risco) marcados sobre uma pele utilizando um lápis de cera;
- A figura 2 representa símbolos utilizados na marcação de defeitos; e
- A figura 3 representa a marcação de defeitos de classes diferentes.

DESCRIÇÃO DETALHADA DO INVENTO

Na descrição que se segue é pressuposto que as imagens sejam capturadas por uma câmara de video com uma resolução espacial de 1 pel/mm. Os valores dados em mm são afectados por um factor igual ao inverso da resolução espacial.

Metodologia das marcações

Caso geral

Conforme anteriormente referido cada objecto é marcado individualmente por um operador especializado com uma linha contínua aproximadamente elíptica designada por - LEO - Linha Envolvente do objecto, cujo eixo menor não deve ser menor que 30 mm.

Cada conjunto não vazio de defeitos do mesmo tipo (i.e. de LEOs previamente marcados), é também envolvido por uma linha de forma aproximadamente elíptica - LET - Linha Envolvente do Tipo.

A distância mínima entre a LEO e a LET não deve ser inferior a 20 mm.

No interior de cada LET, para além das LEO, é inscrito um carácter símbolo - que identifica o tipo de defeito.

O símbolo marcado pelo operador ou a existir sobre a forma de autocolantes é composto por um segmento de recta principal - espinha - e por um ou mais segmentos de recta perpendiculares à espinha - traços - aproximadamente equidistantes entre si e com o mesmo comprimento. O número de traços representa o tipo de defeito. Uma das extremidades de cada um dos traços deve cair sobre a espinha (os símbolos correspondentes aos defeitos do tipo 1, 2 e 3 assemelham-se às letras L, F e E).

O comprimento de cada traço, bem como a distância entre dois traços adjacentes, não deve ser inferior a 35 mm. O comprimento da espinha não deve ser inferior ao valor obtido pela seguinte fórmula:

$$\max(DT, CT) * (NT + 1) \quad \text{onde}$$

DT - representa a distância entre dois traços adjacentes, (zero no caso do símbolo conter apenas um traço)

CT - representa o comprimento dos traços

NT - representa o número de traços do símbolo.

A distância entre o símbolo e qualquer um dos LEO ou LET não deve ser inferior a 30 mm. A orientação do símbolo em relação à pele é irrelevante.

Caso de poucos defeitos de tipos diferentes.

Deve evitarse a marcação excessiva da pele para reduzir os tempos e a mão de obra associados à sua remoção. Nos casos em que a densidade de defeitos for baixa e defeitos vizinhos pertencerem a classes distintas, deve eliminar-se as LET. A metodologia a aplicar nas marcações continua, porém, semelhante à descrita no caso geral. Na figura 3 pode ver-se uma pele com as características acabadas de descrever.

Reconhecimento e identificação das marcações

Caso geral

O reconhecimento das marcações é feito sobre uma imagem de superfície, adquirida em níveis de cinzento, à qual é aplicado um algoritmo de binarização e um algoritmo de adelgaçamento.

O algoritmo de binarização consiste na escolha de um nível limiar (de entre uma gama de níveis de cinzento da imagem original) e na filtragem pontual da imagem por forma a reduzir a sua intensidade a dois níveis distintos. Neste sistema a selecção do limiar é da máxima importância por condicionar a eficácia dos algoritmos podendo eventualmente conduzir a situações de falha.

Um valor muito elevado do limiar leva ao aparecimento de descontinuidades nos objectos. Por outro lado um valor demasiado baixo leva ao aparecimento de ruído que pode confundir os algoritmos de identificação se este for demasiado elevado.

Várias aproximações foram ensaiadas com resultados aceitáveis e muito baixa taxa de erro de identificação.

O algoritmo de adelgaçamento consiste em tornar os objectos da imagem representados pelos seus contornos em linhas com um pixel de espessura. Foram aplicados vários algoritmos, todos com resultados satisfatórios.

O algoritmo de reconhecimento é, em linhas gerais, o seguinte:

Passo 1

Procura-se todos os objectos LET da imagem e para cada um deles executam-se os passos seguintes:

Passo 1.1

A cada objecto encontrado aplica-se um algoritmo de fecho de polígono, para determinar se o objecto é de facto uma LET;

O algoritmo de fecho de polígonos consiste em, dado um ponto de um objecto - ponto inicial - procurar outro ponto do mesmo objecto numa vizinhança determinada daquele ponto. Encontrado o ponto vizinho, o ponto inicial é guardado e procede-se de igual modo para com o segundo ponto e, assim consecutivamente até que o último ponto encontrado esteja numa determinada vizinhança do ponto inicial.

O resultado deste algoritmo é uma lista de pontos definindo um polígono, ou um lista vazia no caso do último ponto não se encontrar na determinada vizinhança do ponto inicial.

Passo 1.2

Se o objecto for uma LET, esta passa a ser a LET corrente e a execução avança para o passo 2. (o objecto só será uma LET se além de ser uma linha contínua e fechada o seu eixo menor tiver uma medida superior a 70 mm.)

Se o objecto não for uma LET, ele é ignorado e a execução passa ao passo 1.

Passo 2

Procura-se todos os objectos no interior da LET corrente e para cada um executam-se os passos seguintes:

Passo 2.1

A cada objecto encontrado no interior da LET aplica-se um algoritmo de fecho de polígono, para determinar se o objecto é um LEO ou um símbolo;

Passo 2.2

Se o objecto encontrado for uma LEO as coordenadas dos pontos que os constituem são guardadas e a execução volta ao início do passo 2. (o objecto só será uma LEO se for uma linha contínua fechada e se o seu eixo menor tiver uma dimensão superior a 30 mm).

Se o objecto for um símbolo então aplica-se-lhe um algoritmo de interpretação de símbolos e faz-se corresponder a informação resultante - o valor da classe do objecto detectado - às coordenadas dos LEOs já guardadas a execução volta ao início do passo 2 (o objecto só é considerado para aplicação do algoritmo se a sua medida vertical ou horizontal for superior a 50 mm).

Se o objecto não for um LEO ou um símbolo, então, é ignorado e a execução volta ao início do passo 2.

Em qualquer caso, qualquer objecto processado passa a ser ignorado nas posteriores iterações do algoritmo.

O resultado da aplicação deste algoritmo é uma lista de coordenadas de cada um dos LEOs e do tipo de defeito que lhes corresponde.

No algoritmo de interpretação de símbolos toma-se a região da imagem onde o símbolo está desenhado. Faz-se varrer toda a região com linhas paralelas entre si, começando em linhas cujo ângulo com o eixo horizontal da imagem meça zero graus e prosseguindo, aumentando progressivamente esse ângulo de modo a que todas as inclinações possíveis do símbolo sejam cobertas. Para cada recta considerada conta-se o número de pontos da imagem que ela intercepta. Assim sabe-se que a recta que contabiliza um maior número de pontos coincide com a espinha do símbolo. Neste ponto temos adquirida a distância à origem e a direcção da espinha.

O passo seguinte consiste em rodar o símbolo (recorrendo a uma matriz de rotação ponto por ponto) de modo a obter-se uma imagem do símbolo com a espinha na posição vertical.

Após esta operação varre-se novamente a imagem com segmentos de recta verticais de modo a que cada recta intercepte ou a espinha (caso em que se dá a intercepção apenas com a espinha) ou os traços (neste caso as rectas interceptam perpendicularmente cada um dos traços). Constrói-se uma tabela de frequências com o número de pontos interceptados pelas rectas. O valor mais frequente coincide com o número de traços do símbolo e consequentemente com a classe do defeito.

Caso de poucos defeitos de tipos diferentes

O algoritmo de reconhecimento é semelhante ao descrito no caso geral, com as seguintes alterações:

Percorre-se toda a imagem para a pesquisa de objectos. Cada objecto encontrado é avaliado no que diz respeito às

suas dimensões e, caso seja aceite, é inserido numa lista de LETs ou de símbolos, caso seja, respectivamente fechado ou não.

Após o varrimento de toda a imagem, percorre-se a lista de LETs, associando-se a cada uma o símbolo mais próximo. Na medida da proximidade pode ser usada:

- a distância entre os centros de massa da LET e do símbolo;
- a distância entre os pontos mais próximos da LET e do símbolo;
- uma métrica adequada ao caso.

Este método requer um maior rigor nas marcações, no caso de LETs muito próximas de dois símbolos.

O invento deve apenas ser limitado pelo espírito das reinvidicações que se seguem.

Lisboa, 19 de Janeiro de 1994

A handwritten signature consisting of a horizontal line with a vertical stroke extending upwards from its left side, followed by a flourish on the right side.

J. PEREIRA DA CRUZ
Agente Oficial da Propriedade Industrial
RUA VICTOR CORDON, 10-A 3.^o
1200 LISBOA

1

REIVINDICAÇÕES

1^a - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas com uma metodologia de reconhecimento de padrões e que utiliza uma câmara de vídeo óptica bidimensional para aquisição de imagem da superfície a qual é posteriormente tratada num computador com placa adequada, caracterizado por automatizar as operações de digitalização, localização e identificação dos defeitos durante a marcação:

- cada objecto ser marcado individualmente por um operador especializado com uma linha contínua aproximadamente elíptica designada por - LEO - Linha Envolvente do objecto, cujo eixo menor não deve ser menor que 30 mm.
- cada conjunto não vazio de defeitos do mesmo tipo (i.e. de LEOs previamente marcados), ser também envolvido por uma linha de forma aproximadamente elíptica - LET - Linha Envolvente do Tipo.
- sendo a distância mínima entre a LEO e a LET não inferior a 20 mm.

2^a - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com a reivindicação anterior caracterizado por no interior de cada LET, para além das LEO, ser inscrito um carácter símbolo - que identifica o tipo de defeito, sendo o símbolo composto por um segmento de recta principal - espinha - e por ou mais segmentos de recta perpendiculares à espinha - traços - aproximadamente equidistantes entre si e com o mesmo comprimento, devendo uma das extremidades de cada um dos traços cair sobre a espinha.


3ª - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com as reivindicações anteriores caracterizado por o número de traços representar o tipo de defeito.

4ª - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com as reivindicações anteriores caracterizado por o comprimento de cada traço, bem como a distância entre dois traços adjacentes, não dever ser inferior a 35 mm e o comprimento da espinha não dever ser inferior ao valor obtido pela seguinte fórmula:

$$\max (DT, CT) * (NT + 1) \quad \text{onde}$$

DT - representa a distância entre dois traços adjacentes, (zero no caso do símbolo conter apenas um traço)

CT - representa o comprimento dos traços

NT - representa o número de traços do símbolo.

5ª - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com as reivindicações anteriores caracterizado por a distância entre o símbolo e qualquer um dos LEO ou LET não dever ser inferior a 30 mm, sendo a orientação do símbolo em relação à pele irrelevante.

6ª - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por o reconhecimento das marcações ser feito sobre uma imagem de superfície, adquirida em níveis de cinzento, à qual é aplicado uma operação de binarização que consiste na escolha de um nível limiar e na filtragem pontual da imagem e uma operação de adelgaçamento que consiste em tornar os objectos da imagem representados pelos seus contornos em linhas com um pixel de espessura.

7^a - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com a reivindicação 6 caracterizado por a operação de reconhecimento consistir em:

1 - procurar todos os objectos LET da imagem;

- a cada objecto encontrado aplicar-se uma operação de fecho de polígono a qual consiste em, dado um ponto de um objecto, procurar outro ponto do mesmo objecto numa vizinhança determinada, e assim consecutivamente até que o último ponto encontrado esteja numa determinada vizinhança do ponto inicial, para determinar se o objecto é de facto uma LET;

- se o objecto for uma LET, esta passa a ser a LET corrente e a execução avança para o passo seguinte (o objecto só será uma LET se além de ser uma linha contínua e fechada o seu eixo menor tiver uma medida superior a 70 mm);

- se o objecto não for uma LET, ele é ignorado e a execução passa ao passo anterior.

2 - procurar todos os objectos no interior da LET corrente;

- a cada objecto encontrado no interior da LET aplica-se uma operação de fecho de polígono, para determinar se o objecto é um LEO ou um símbolo;

- se o objecto encontrado for uma LEO as coordenadas dos pontos que os constituem são guardadas e a execução volta ao início do passo 2. (o objecto só será uma LEO se for uma linha contínua fechada e se o seu eixo menor tiver uma dimensão superior a 30 mm);.

- se o objecto for um símbolo então aplica-se-lhe uma operação de interpretação de símbolos e faz-se corresponder a informação resultante - o valor da classe do objecto detectado - às coordenadas dos LEOs já guardadas a execução volta ao início do passo 2 (o objecto só é considerado para aplicação da operação se a sua medida vertical ou horizontal for superior a 50 mm).

- se o objecto não for um LEO ou um símbolo, então, é ignorado e a execução volta ao inicio do passo 2.

8^a - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com as reivindicações 6 e 7 caracterizado por o resultado da aplicação da operação de reconhecimento ser uma lista de coordenadas de cada um dos LEOs e do tipo de defeito que lhes corresponde.

9^a - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com a reivindicação 8 caracterizado por na operação de interpretação de símbolos se tomar a região da imagem onde o símbolo está desenhado e se fazer varrer toda a região com linhas paralelas entre si, começando em linhas cujo ângulo com o eixo horizontal da imagem meça zero graus e prosseguindo, aumentando progressivamente esse ângulo de modo a que todas as inclinações possíveis do símbolo sejam cobertas, contando-se para cada recta considerada o número de pontos da imagem que ela intercepta correspondendo o valor máximo à espinha do símbolo, rodando em seguida o símbolo por forma que a espinha fique na posição vertical e varrendo-se novamente a imagem com segmentos de recta verticais de modo a que cada recta intercepte ou a espinha (caso em que se dá a intercepção apenas com a espinha) ou os traços (neste caso as rectas interceptam perpendicularmente cada um dos traços).

10^a - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com a reivindicação 9 caracterizado por se construir uma tabela de frequências com o número de pontos interceptados pelas rectas, coincidindo o valor mais frequente com o número de traços do símbolo e consequentemente com a classe do defeito.

11^a - Sistema de localização de defeitos em superfícies naturais e sintéticas de acordo com as

reivindicações anteriores caracterizado por no caso de defeitos vizinhos pertencerem a classes distintas, se eliminar as LET sendo porém, a metodologia a aplicar nas marcações semelhante à descrita no caso geral.

Lisboa, 19 de Janeiro de 1994

A handwritten signature consisting of a stylized horizontal line with a vertical stroke extending upwards from its left end, and a short horizontal line to its right.

J. PEREIRA DA CRUZ

Agente Oficial da Propriedade Industrial
RUA VICTOR CORDON, 10-A 3.^o
1200 LISBOA

~~H~~

FOLHA 1
(2 FOLHAS)

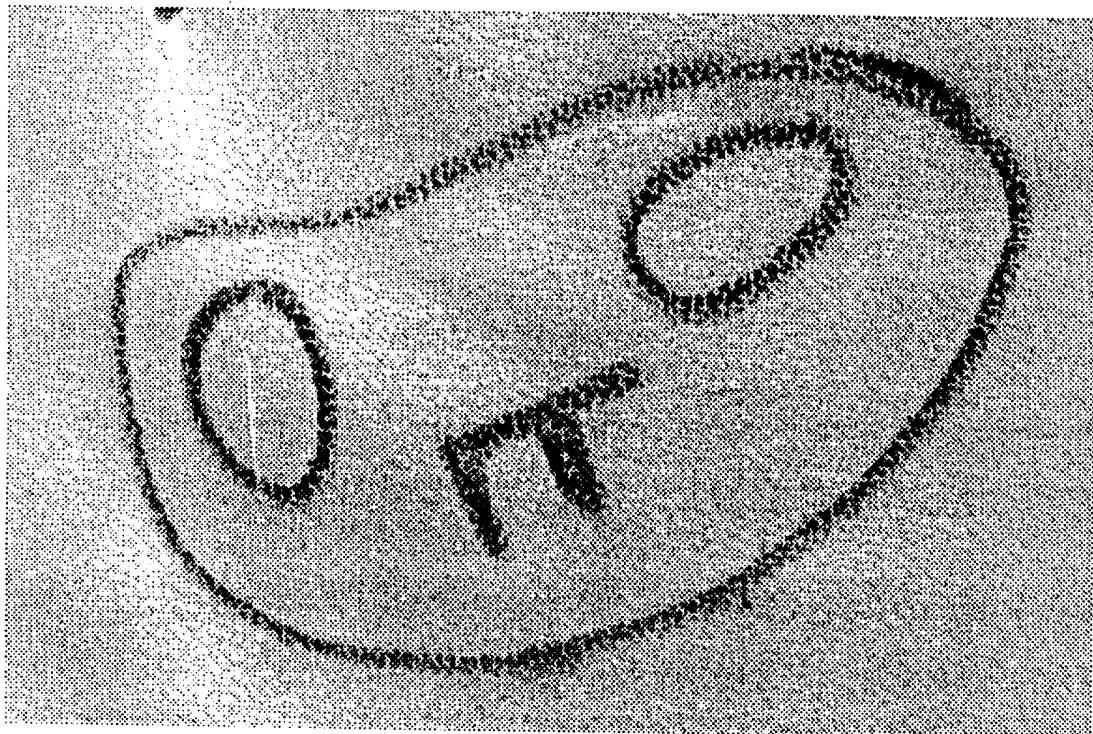


FIG. 1



FIG. 2

X
FOLHA 2
(2 FOLHAS)

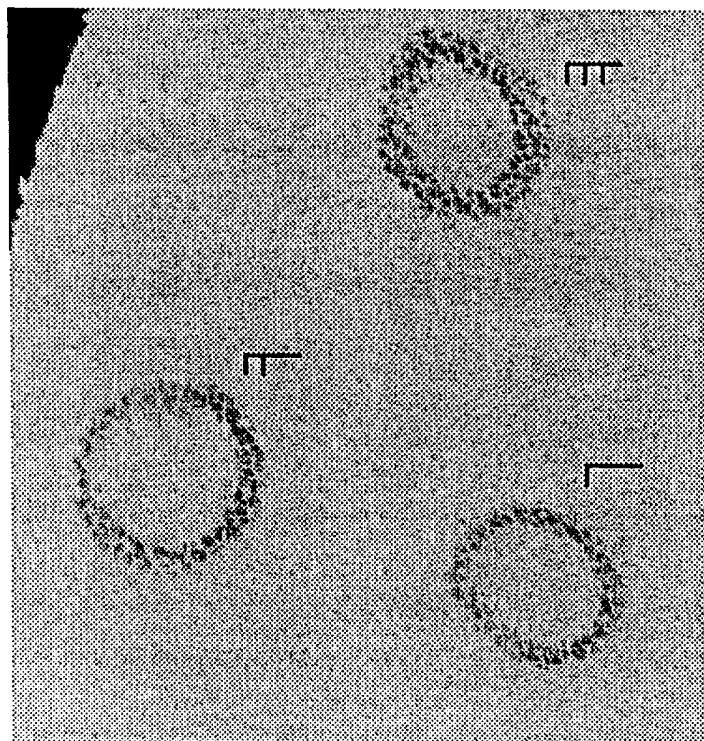


FIG. 3