

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 288**

51 Int. Cl.:

H04N 9/64 (2006.01)

H04N 5/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2010 PCT/GB2010/051873**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2011 WO11058353**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2010 E 10781732 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2499831**

54 Título: **Procedimiento de procesamiento digital de señales**

30 Prioridad:

11.11.2009 GB 0919715

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

05.01.2017

73 Titular/es:

VIDCHECK LIMITED (100.0%)

**1 Little King Street
Bristol, BS1 4HW, GB**

72 Inventor/es:

DOVE, THOMAS

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Luis Alfonso

ES 2 596 288 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de procesamiento digital de señales

5 El vídeo digital comprende datos digitales que representan las imágenes y datos digitales independientes que representan la señal de audio. Los datos digitales que representan las imágenes comprenden una secuencia de valores equivalentes a los componentes de un espacio cromático seleccionado. (Aunque dichos valores típicamente se almacenan y se transmiten de manera comprimida para reducir los requisitos de almacenamiento y ancho de banda, la representación comprimida se puede descomprimir en el espacio cromático implicado: dicha compresión/descompresión es ajena a la presente invención). Los espacios cromáticos habituales para las imágenes de vídeo incluyen YUV (Y es la luminancia y U y V son diferencias cromáticas) y RGB (rojo, verde, azul). Para el audio, los datos digitales generalmente incluyen valores relacionados con el volumen de audio (al igual que con el vídeo, los datos de audio a menudo se comprimen para su almacenamiento/transmisión pero utilizando distintos esquemas de transmisión).

15 Las especificaciones de difusión típicamente limitan el intervalo de valores que se permite que tengan los datos de audio y vídeo, en otras palabras, algunos valores están considerados "ilegales". Por ejemplo, para los datos de imagen en el espacio cromático YUV cada una de los componentes YU y V típicamente se representa mediante 8 bits y, por lo tanto, cada una tiene un intervalo teórico de 0-255. Sin embargo, permitiendo una compatibilidad histórica con los sistemas de TV analógicos, en donde los valores de 0 y próximos a 0 eran para el ciclo de sincronización y los valores de 255 o próximos se consideraban "por encima del blanco", la componente Y típicamente está limitada a un intervalo de 16-235 y los componentes U y V están limitadas a un intervalo de 16-240. De igual modo, los valores de audio pueden ser demasiado altos, ya sea en un período corto de "volumen" temporal o en un período de tiempo más largo (volumen medio en un tiempo más largo, conocido como "intensidad sonora"). Por lo tanto, generalmente es deseable limitar o corregir estos valores de imagen y audio "ilegales" antes de la transmisión dentro del intervalo "legal".

30 Una solución sencilla a este problema es escalar linealmente todos los valores de audio e imagen. Por ejemplo, para el componente Y de los datos de imagen (que está limitada a 16-235) se puede realizar un escalado en donde el intervalo de 0-255 se mapea a un intervalo menor de 16-235. Esto también se puede aplicar a los componentes U y V, o alternativamente a los componentes RGB de un espacio cromático RGB, y asimismo se puede aplicar a los datos de audio. Sin embargo, aunque esto elimina los valores "ilegales", tiene el efecto no deseable de reducir el contraste y la intensidad del color en toda la imagen, para todos los intervalos de valores, para los datos de imagen de tal modo que no solo se reducen los puntos demasiado brillantes y se aclaran las áreas demasiado oscuras, sino que además todos los valores intermedios sufren una reducción del contraste. Esto se puede ver visualmente y no es deseable. De igual modo, para los datos de audio un escalado lineal reduce el contraste dinámico del audio en los intervalos intermedios y bajos de los valores, lo que tampoco es deseable.

40 Una solución alternativa para eliminar los valores de audio e imagen "ilegales" es sencillamente "fijar" los valores ilegales al valor máximo permitido. Por ejemplo, para la componente Y en los datos de imagen todos los valores desde 236-255 se volverán a fijar al límite máximo de 235. Sin embargo, los resultados de esta técnica son la reducción del contraste en la imagen representada por los valores de datos fijados y el aumento del tamaño del área de la imagen que tiene el brillo máximo permitido. Esto puede producir objetos visualmente no deseables en las imágenes transmitidas.

45 Por lo tanto, sería deseable encontrar un procedimiento mejorado de procesamiento de los datos digitales para eliminar los valores de imagen y audio "ilegales" que evite o atenúe los aspectos no deseables de las técnicas descritas anteriormente.

50 La solicitud de Patente JP 09083838 A describe un procedimiento y una unidad de procesamiento de compresión de alta luminancia en el que se revisa un punto de inflexión del procesamiento de compresión de alta luminancia dependiendo de la diferencia entre unos juegos de muestras primero y segundo.

55 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de procesamiento digital de imágenes en la forma de una pluralidad de muestras de datos, teniendo cada muestra de datos un valor representativo de una propiedad visual, comprendiendo el procedimiento: la identificación de un primer conjunto de muestras de datos que tiene valores fuera de un primer intervalo predefinido de valores de datos; la identificación de un segundo conjunto de muestras de datos que tiene valores fuera de un segundo intervalo predefinido de valores de datos, estando el segundo intervalo predefinido de muestras de datos dentro del primer intervalo predefinido; y la aplicación de un algoritmo de escalado no lineal a los valores de datos de los conjuntos de muestras de datos primero y segundo para generar un conjunto de muestras de datos modificados que tienen valores de datos dentro del primer intervalo predefinido, caracterizado porque: tras la identificación del primer conjunto de muestras de datos, se determina el número de muestras de datos dentro del primer conjunto que tiene valores fuera del primer intervalo de valores de datos en no más de un margen predeterminado; y si el número determinado de muestras de datos no es mayor que un número predeterminado no se realizan más pasos del procedimiento, de lo contrario se realizan los pasos restantes del procedimiento.

El procedimiento puede comprender además la determinación de los valores máximo y mínimo de la pluralidad de muestras de datos de tal manera que el algoritmo de escalado no lineal dependa de los valores máximo o mínimo de las muestras de datos.

5 El procedimiento puede comprender además la identificación de una pluralidad de los conjuntos de muestras de datos primero y segundo en donde cada primer conjunto de muestras de datos es un subconjunto de un segundo conjunto correspondiente de muestras de datos y en donde cada segundo conjunto independiente se conecta temporal o espacialmente. Adicionalmente, el procedimiento puede incluir también la determinación de los valores
10 máximo y mínimo de las muestras de datos dentro de cada uno de los primeros conjuntos y la aplicación de un algoritmo de escalado no lineal dependiente de los valores máximo o mínimo al conjunto correspondiente de los conjuntos de muestras de datos primero y segundo. Cada segundo conjunto de muestras de datos puede tener un segundo intervalo predefinido de valores de datos correspondiente.

15 El algoritmo de escalado no lineal se puede aplicar a los conjuntos de muestras de datos primero y segundo en una o más pluralidades de muestras de datos independientemente de los valores de datos de los conjuntos de datos correspondientes.

20 El algoritmo de escalado no lineal puede incluir como mínimo un factor de escalado no lineal. Cuando la pluralidad de las muestras de datos representa datos de imagen, el factor de escalado no lineal puede ser un factor de corrección gamma.

El margen predeterminado puede ser +/-3%. El número predeterminado puede ascender hasta el 5%.

25 Según un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un programa de ordenador que comprende datos instructivos para hacer que el hardware de procesamiento implemente el procedimiento anterior.

Las realizaciones de la presente invención se describen a continuación, mediante un ejemplo ilustrativo no limitante únicamente, haciendo referencia a las figuras anexas, en las que:

30 La figura 1 ilustra esquemáticamente un conjunto de muestras de datos que tienen valores que superan el valor máximo ilegal;

35 La figura 2 ilustra esquemáticamente las muestras de datos de la figura 1 tras la legalización de la técnica anterior;

La figura 3 ilustra esquemáticamente los conjuntos de muestras de datos primero y segundo antes del procesamiento de datos según la presente invención;

40 La figura 4 ilustra esquemáticamente las muestras de datos de la figura 3 tras el procesamiento según una realización de la presente invención; y

La figura 5 ilustra esquemáticamente las 'áreas conectadas' según las realizaciones de la presente invención.

45 La figura 1 ilustra esquemáticamente un conjunto de muestras de datos -2- de valores variables. Por ejemplo, los valores de datos pueden representar valores de luminancia (Y) de una trama de vídeo o niveles de amplitud en una señal digital de audio. La línea discontinua -4- representa un valor legal máximo predefinido para las muestras de datos -2-. En consecuencia, para el conjunto de muestras de datos ilustrados se puede ver que el conjunto de muestras A-D está por encima del valor máximo y por lo tanto se considera "ilegal".

50 En los esquemas conocidos de la técnica anterior, tales como los legalizadores de vídeo, el valor máximo del conjunto de muestras A-D sencillamente se fijará de manera universal al valor máximo representado por la línea discontinua -4-, tal como se representa en la figura 2. Sin embargo, esto tiene el efecto no deseable de aumentar el número de muestras que representan el valor máximo permitido, tal como se representa en las figuras 1 y 2 mediante las muestras de datos rodeadas por círculos. Como se ha indicado previamente, esto reduce el contraste de vídeo o audio, y en el caso de los datos de imagen tiene el efecto adicional no deseado de aumentar el tamaño del área de la imagen que tiene un brillo máximo permitido (en el ejemplo de las muestras de datos que representan la luminancia Y).

60 En realizaciones de la presente invención estas desventajas se solucionan aplicando un algoritmo de escalado no lineal no sólo a las muestras de datos que tienen valores ilegales, sino también a un conjunto adicional de muestras de datos que tienen valores de datos fuera de un segundo valor umbral, denominado en adelante valor de inflexión. La figura 3 ilustra esquemáticamente un conjunto de muestras de datos de diversos valores a preparar. El valor legal superior se indica mediante la línea discontinua -4-, de tal manera que las muestras de datos B-C forman un conjunto de muestras de datos que tienen valores que superan el límite superior. La línea de puntos -6- representa el valor de inflexión superior, que se encuentra por debajo del valor legal superior representado por la línea discontinua -4-. En consecuencia, un conjunto más amplio de muestras de datos A-D tiene valores que superan el

valor de inflexión superior. En realizaciones de la presente invención se identifican tanto el conjunto de muestras de datos que tiene valores que superan el límite superior como el conjunto adicional de muestras de datos que tienen valores entre el valor de inflexión y el valor legal superior, y se aplica un algoritmo de escalado no lineal a todas las muestras de datos de ambos conjuntos. La figura 4 ilustra esquemáticamente las muestras de datos correspondientes a las mostradas en la figura 3 tras ser procesadas digitalmente según las realizaciones de la presente invención. Como se puede ver, todos los valores de datos de las muestras de A-D han modificado su valor de tal manera que ninguno de los valores de datos tiene un valor de datos "ilegal", es decir, todos los valores de datos se encuentran por debajo del intervalo de valores de datos ilegales indicado por la línea discontinua -4-. Aplicando el escalado no lineal tanto a los valores de datos ilegales (B-C) como al conjunto adicional de valores de datos que se encuentra entre el valor de inflexión y el valor legal superior (A-B, C-D) se mantiene el mínimo o el máximo local en los valores. Por ejemplo, en la figura 3 el máximo local, mostrado rodeado por un círculo, en la imagen sin procesar original (que puede representar por ejemplo una zona brillante local en una imagen de vídeo) se mantiene incluso tras aplicar el procesamiento conforme a las realizaciones de la presente invención, como se puede observar en la figura 4 donde los mismos tres valores de datos siguen representando un máximo local.

Mientras que las figuras 3 y 4 representan un ejemplo de valores de datos que superan un valor legal máximo permitido, se apreciará que se puede aplicar la situación opuesta a los valores de datos por debajo de los valores legales mínimos permitidos. En las realizaciones preferentes de la presente invención el escalado de datos es independiente de los valores mínimo y máximo reales de las muestras de datos, que por lo tanto deben determinarse antes de la aplicación del algoritmo de escalado.

El algoritmo de escalado puede estar basado en una ecuación no lineal. A continuación se indica un ejemplo de una ecuación de escalado apropiada

$$P_o = gm \times (P_i + (rf - ((P_i - ukv) \times ((mv - ulv)/(mv - ukv))))))$$

en donde;

P_o = valor de píxel de salida
 gm = factor de escalado no lineal
 P_i = valor de píxel de entrada
 rf = factor de redondeo basado en la conversión de los valores de punto flotante a entero, en el intervalo de $0 < rf < 0,99$
 ukv = valor de inflexión superior
 ulv = valor límite superior
 mv = valor máximo

El factor de escalado gm puede variar en función de la señal original de la que se obtienen las muestras de datos. Por ejemplo, si la señal original era una señal de vídeo (imágenes en movimiento), entonces el factor de escalado puede ser equivalente a la conocida "corrección gamma" que se aplica frecuentemente a los valores de vídeo con el fin de que parezcan lineales a la vista, aunque los valores digitales no lo sean, ya que la respuesta del ojo humano al brillo es no lineal. En esta situación el factor de escalado puede estar basado en valores de píxel utilizando las tablas de corrección gamma estándares. Alternativamente, si la señal original era una señal de audio el factor de escalado se puede elegir para tener en cuenta el hecho de que la respuesta humana a los niveles de audio no es lineal. En esta situación el factor de escalado gm puede tener en cuenta la curva de respuesta logarítmica a la intensidad sonora. De igual modo, si no es necesario un factor de escalado no lineal adicional, el factor de escalado gm sencillamente puede tomar el valor 1.

Como se apreciará, se aplica una ecuación opuesta para escalar los valores de datos por debajo de los valores legales mínimos.

Como se ha indicado más arriba, es necesario determinar el valor máximo (o mínimo) de los valores de datos a escalar antes de aplicar el algoritmo de escalado. En una primera realización de la presente invención, se pueden determinar los valores de datos máximo y/o mínimo de todas las muestras de datos antes de aplicar un algoritmo de escalado uniforme a las muestras de datos individuales necesarias. Por ejemplo, en el caso de las imágenes de vídeo, el valor de datos máximo y/o mínimo para las muestras de datos de una trama completa de vídeo puede determinarse antes de que dichos valores individuales se utilicen para escalar todas las muestras de datos necesarias en dicha trama de vídeo. De manera análoga, pueden determinarse los valores máximo o mínimo de la señal completa de audio antes de aplicar a la misma un algoritmo de escalado individual para las muestras de audio que estén fuera de los valores legales máximo o mínimo. Esto es computacionalmente sencillo y rápido de implementar en sistemas digitales.

Sin embargo, en realizaciones adicionales de la presente invención se puede emplear una estrategia alternativa. Utilizando de nuevo el ejemplo de las imágenes de vídeo, los valores de píxel (valores de muestras de datos) están por lo general altamente correlacionados en una trama de vídeo y de una trama de vídeo a la siguiente, de tal manera que típicamente hay intervalos de valores de píxel que son similares en una imagen y estas áreas de

valores de píxel similares se mueven de una trama a la siguiente. En consecuencia, los valores de píxel de los datos de vídeo tienden a cambiar de manera relativamente gradual en una imagen y más que píxeles individuales hay tendencias a ser áreas de valores elevados y áreas de valores bajos que forman un conjunto de valores de píxel elevados (o bajos) conectados para algunas partes de una trama de vídeo en particular. Esto se ilustra esquemáticamente en la figura 5, en la que se muestran tres "áreas conectadas" -10- en una imagen en donde los valores de píxel superan el valor de inflexión superior, indicado por las líneas continuas, con los valores ilegales (superiores al máximo) mostrados dentro de estas áreas mediante las líneas discontinuas. En consecuencia, en una realización de la presente invención se determinan los valores de datos máximo/mínimo para cada "área conectada" individual y se utilizan en los algoritmos de escalado individuales correspondientes, es decir, para un "área conectada" determinada sólo se aplican al algoritmo de escalado los valores máximo/mínimo para dicha área conectada y dicho algoritmo de escalado sólo se aplica a los valores ilegales y a los valores que están por encima de los valores de inflexión para dicha área conectada en particular. Esto proporciona un escalado optimizado en cada una de las "áreas conectadas", pero es más intensivo computacionalmente.

En otras realizaciones de la presente invención el concepto de "área conectada" se lleva un paso más adelante. En el contexto de los datos de vídeo, las tramas anterior y siguiente para una trama de vídeo determinada típicamente están altamente correlacionadas, de tal manera que un área se vuelve gradualmente más brillante (u oscura) de una trama a la siguiente, como a menudo es el caso, entonces el escalado de la presente invención se puede aplicar al área conectada correspondiente de las tramas de vídeo anterior y siguiente incluso si no hay valores de píxel en las tramas anterior o siguiente que estén por encima del valor máximo superior (o por debajo del valor mínimo). Esto mejora visualmente aún más la salida de vídeo.

Los valores individuales de los valores de inflexión superior e inferior se pueden utilizar en múltiples áreas conectadas o alternativamente los valores de inflexión superior e inferior se pueden utilizar para áreas conectadas diferentes.

Algunas especificaciones de difusión (por ejemplo, de la Unión europea de radiodifusión) especifican un límite más 'benévolo', por ejemplo el "YUV debe estar dentro del intervalo indicado pero hasta el 5% de una imagen individual puede superar el intervalo en un +/-3%". Esto se incorpora en algunas realizaciones de la presente invención determinando en primer lugar el número de muestras de datos identificadas que tienen valores que superan los límites superior o inferior 'legales' en no más que el margen adicional permitido, por ejemplo el 3%. Si el número determinado de muestras de datos está dentro del margen adicional permitido, por ejemplo el 5%, entonces no se realiza ningún escalado, de lo contrario se aplican los procedimientos de escalado descritos anteriormente para escalar todas las muestras que superen los límites superior o inferior. Los márgenes de valores de muestras adicionales, por ejemplo el 3%, se predeterminarán mediante el estándar de difusión y pueden variar de un estándar a otro, y pueden tener distintos valores para los límites 'legales' superior e inferior. De igual modo, el número de muestras de datos en un conjunto de datos determinado, por ejemplo una trama de vídeo, que pueden superar estos márgenes variará entre los distintos estándares.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de procesamiento digital de imágenes en forma de una pluralidad de muestras de datos, teniendo cada muestra de datos un valor representativo de una propiedad visual, comprendiendo el procedimiento:
- 5 la identificación de un primer conjunto de muestras de datos que tienen valores fuera de un primer intervalo predefinido de valores de datos;
- 10 la identificación de un segundo conjunto de datos que tienen valores fuera de un segundo intervalo predefinido de valores de datos, estando el segundo intervalo predefinido dentro del primer intervalo predefinido; y la aplicación de un algoritmo de escalado no lineal a los valores de datos de los conjuntos de muestras de datos primero y segundo para generar un conjunto de muestras de datos modificadas que tienen valores de datos dentro del primer intervalo predefinido, **caracterizado porque:**
- 15 tras la identificación del primer conjunto de muestras de datos, se determina el número de muestras de datos dentro del primer conjunto que tienen valores fuera del primer intervalo de valores de datos en no más de un margen predeterminado; y si el número determinado de muestras de datos no es superior a un número predeterminado, entonces no se realizan más pasos del procedimiento, de lo contrario se realizan los pasos restantes del procedimiento.
- 20 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el procedimiento comprende además la determinación de los valores máximo y mínimo de la pluralidad de muestras de datos y en donde el algoritmo de escalado no lineal depende de uno de los valores máximo o mínimo de las muestras de datos.
- 25 3. Procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende además la identificación de una pluralidad de los conjuntos de datos primero y segundo en donde cada primer conjunto de muestras de datos es un subconjunto de un segundo conjunto de muestras de datos correspondiente y en donde cada segundo conjunto independiente está conectado temporal o espacialmente.
- 30 4. Procedimiento, según la reivindicación 3, en donde el procedimiento comprende además la determinación de los valores máximo y mínimo de muestras de datos dentro de cada uno de los primeros conjuntos y la aplicación de un algoritmo de escalado no lineal que depende de cada uno de los valores máximo o mínimo al conjunto correspondiente de los conjuntos de muestras de datos primero y segundo.
- 35 5. Procedimiento, según las reivindicaciones 3 ó 4, en donde cada segundo conjunto de muestras de datos tiene un segundo intervalo predefinido de valores de datos correspondiente.
- 40 6. Procedimiento, según las reivindicaciones 3, 4 ó 5, en donde el algoritmo de escalado no lineal se aplica a los conjuntos de muestras de datos primero y segundo correspondientes en una o más pluralidades de muestras de datos independientemente de los valores de datos de los conjuntos de datos correspondientes.
7. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el algoritmo de escalado no lineal incluye al menos un factor de escalado no lineal.
- 45 8. Procedimiento, según la reivindicación 7, en donde el factor de escalado no lineal es un factor de corrección gamma.
9. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el margen predeterminado es inferior al +/-3%.
- 50 10. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el número predeterminado es de hasta el 5%.
- 55 11. Un producto de programa de ordenador que comprende datos instructivos para hacer que el hardware de procesamiento de datos implemente el método de cualquier reivindicación anterior.

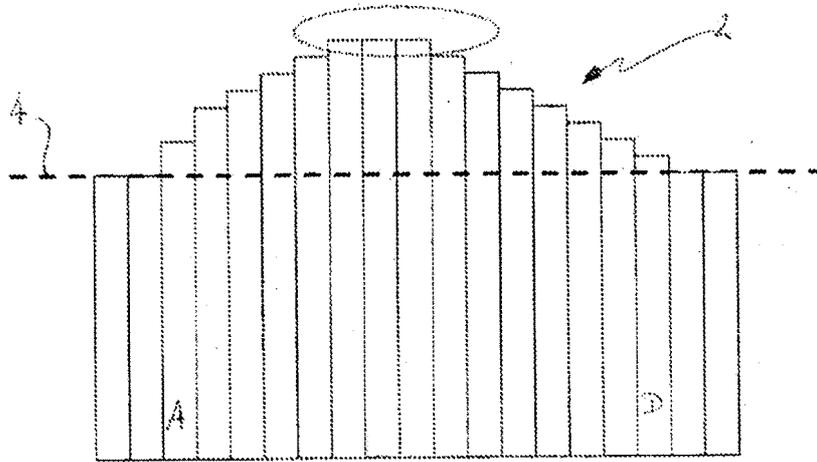


Fig. 1

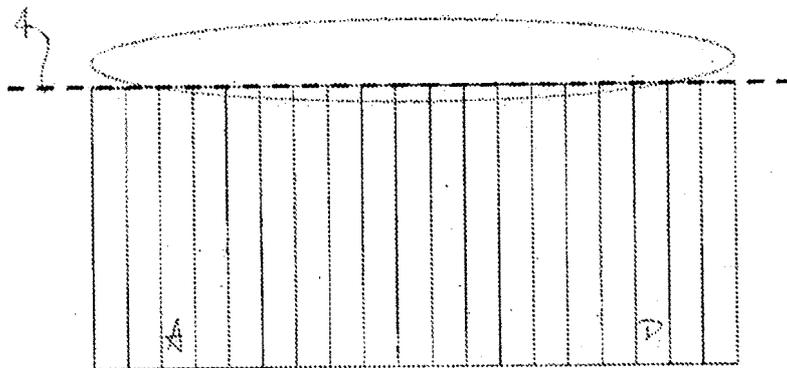


Fig. 2

(Estado de la técnica anterior)

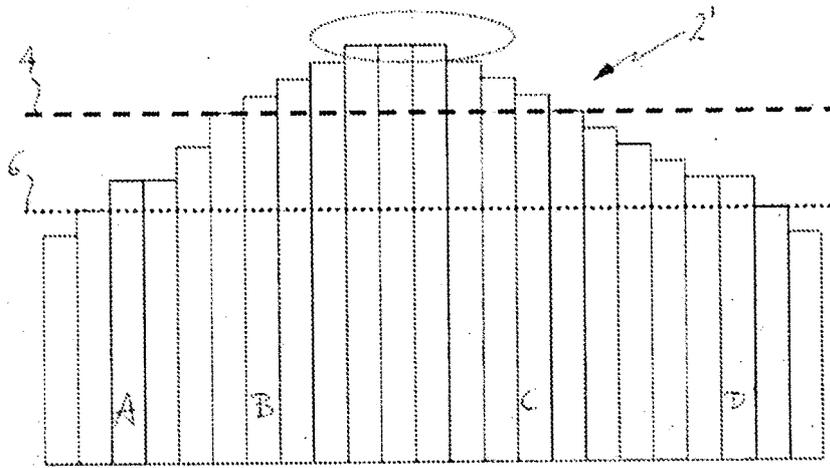


Fig. 3

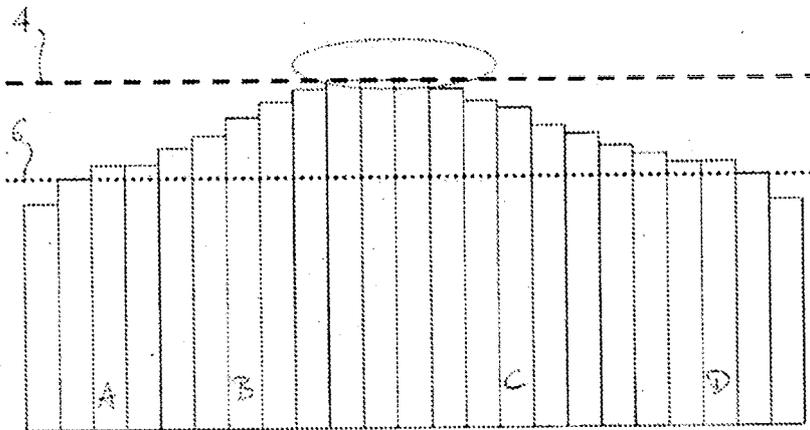


Fig. 4

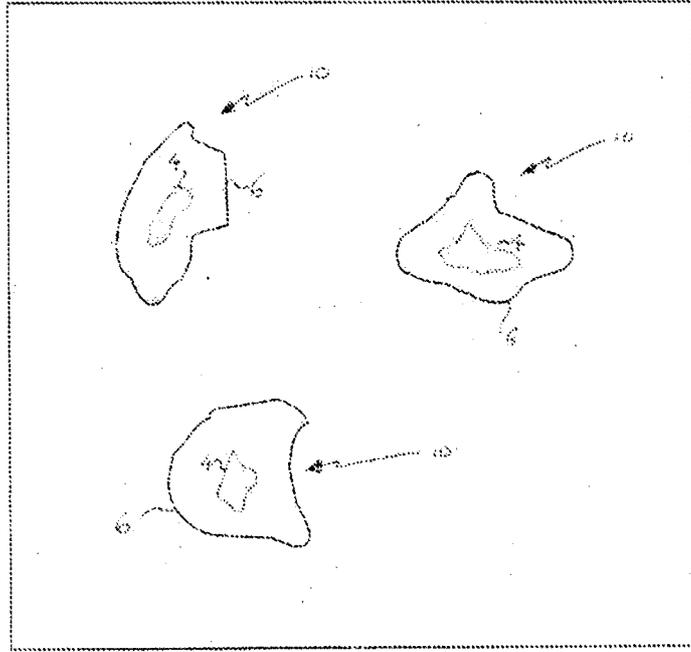


Fig 5