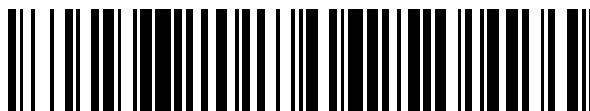


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 464**

51 Int. Cl.:

A61B 6/14 (2006.01)

A61B 6/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2009 E 09737924 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015 EP 2271265**

54 Título: **Generación y presentación de imágenes panorámicas individuales de pacientes**

30 Prioridad:

02.05.2008 DE 102008021926

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

20.07.2015

73 Titular/es:

**SICAT GMBH & CO. KG (100.0%)
Brunnenallee 6
53177 Bonn, DE**

72 Inventor/es:

**BREUER, MANFRED;
HEY, JOACHIM y
HANSSEN, NILS**

74 Agente/Representante:

CARBONELL CALLICÓ, Josep

ES 2 541 464 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

Generación y presentación de imágenes panorámicas individuales de pacientes

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la preparación y presentación de una visualización panorámica de una zona maxilar, generando en primer lugar un conjunto de datos de volumen que representan la zona maxilar de un paciente generada por un procedimiento tomográfico, en el que los datos de volumen están compuestos por una pluralidad de elementos de volumen individuales ("voxels").

10 Estas imágenes panorámicas bidimensionales de filas de dientes y arcos de mandíbula son bien conocidas desde hace mucho tiempo, siendo habituales en la Cirugía dental y Maxilofacial, puesto que facilitan al médico a cargo de la operación una visión general satisfactoria de la situación. Se toman imágenes especialmente significativas a lo largo de planos de proyección curvados, cuya forma se adapta a la mandíbula. Estas radiografías panorámicas (ortopantomogramas) se pueden crear como imágenes "clásicas" de rayos X con sistemas en los que el tubo de rayos X y el detector se desplazan alrededor de la cabeza del paciente.

15 Desde la introducción de procedimientos de registro tomográfico estas imágenes panorámicas son también calculadas a partir de datos de volumen. Las imágenes calculadas de esta manera se presentan de una forma que son similares a las imágenes habituales, creadas en base a radiografía. Por lo tanto, estos procedimientos generan a partir de datos de imagen tridimensionales registros ortopantomográficos casi "simulados", de manera que los dentistas pueden elaborar su diagnóstico basándose en las vistas con las que están familiarizados. En este procedimiento se puede utilizar una serie de formas para optimizar las imágenes que proporcionan conjuntos de datos de alta resolución. Esto crea imágenes panorámicas con elevada significación.

20 En principio, en esta visualización de los datos de imagen tridimensionales se lleva a cabo una proyección de los datos a lo largo de los haces de proyección y el resultado es mostrado como imagen bidimensional en un dispositivo visualizador. En estas propiedades físicas de proyección, se pueden tener en cuenta emisiones o atenuaciones, que son asignadas a elementos tridimensionales de los datos de imagen (voxels) a base de funciones de transferencia. Dado que esta presentación se basa finalmente en una proyección de valores de densidad, es necesariamente similar a la radioscopia clásica antes mencionada.

25 Este procedimiento para la creación de imágenes panorámicas a partir de datos tomográficos, es conocido, por ejemplo, por el documento US 2006/0275740 A1. Para seguir en el cálculo de la dirección preferente de las estructuras anatómicas, se determina un plano curvado en el área de proceso sobre el que los haces de proyección son perpendiculares. De esta manera, se obtiene una vista en desarrollo de los datos con un cierto grosor. Para determinar la superficie de desarrollo, el procedimiento se basa inicialmente en un plano de corte de inicialización, que está orientado horizontalmente con respecto a una persona sentada. En este plano de corte se define una línea que representa un contorno con el arco mandibular, que forma la base de un plano de proyección a crear. Basándose en esta superficie de desarrollo se llevan a cabo las proyecciones necesarias para la vista panorámica.

35 No obstante, el procedimiento que se da a conocer en el documento US 2006/0275740 A1 adapta las condiciones anatómicas reales solamente en una pequeña medida, las cuales, no obstante, pueden variar ampliamente en la dirección vertical. Además, muchas áreas de tejidos están adaptadas en la vista panorámica, que no son de interés en absoluto.

40 El objetivo de la presente invención consiste en dar a conocer un procedimiento genérico que pueda ser implementado de manera fácil y que genere una vista panorámica que sea significativa para el médico, que esté bien adaptada a las condiciones anatómicas reales.

45 Este objetivo se consigue por el procedimiento según la reivindicación 1. Se definen realizaciones especialmente ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

50 Una idea esencial de la invención es, en primer lugar que, no solamente se define un plano, sino varios planos de corte horizontales que cortan la mandíbula. En cada uno de estos planos de corte se puede definir una superficie de contorno de la mandíbula, limitada por una línea de contorno interna y una línea de contorno externa. Esta determinación de la superficie de contorno puede ser llevada a cabo automáticamente basándose en los valores voxel, que cambian bruscamente en las mandíbulas macizas. Dentro de cada superficie de contorno se define una curva de anatomía, por ejemplo, basándose en algoritmos de ponderación. Es particularmente importante para la invención que, a partir de estas curvas de anatomía de "capa individual" de planos de corte superpuestos se determine una curva de desarrollo común, de manera que esta "determinación" es realizada por promedio aritmético de ponderación en el sentido apropiado. Esta curva de desarrollo define entonces una superficie de proceso, que es en particular vertical en el espacio.

55 Por su parte, se definen haces de proyección basándose en la superficie de desarrollo para cada plano de corte, que son perpendiculares a la superficie de desarrollo y que cortan la línea de contorno que se encuentra en el plano de corte. La imagen panorámica se crea a continuación por el hecho de que sobre partes de los haces de proyección se definen intervalos de integración que están dispuestos dentro de la línea de contorno. Sobre estos intervalos de

integración se integra a continuación la información de los respectivos voxels. A continuación, la imagen panorámica se compone de la pluralidad de integrales obtenidas de esta manera.

5 La ventaja específica de este enfoque es que, para múltiples planos de corte se puede calcular un área superficial de desarrollo común "óptima", que está adaptada de forma óptima a la anatomía individual de cada paciente. La superficie de desarrollo es casi tangente de forma óptima a la fila de dientes, que se extienden individualmente para ciertos planos de corte en cada paciente. De esta manera, por ejemplo, se puede asegurar que los dientes adyacentes de diferentes conformaciones de mandíbula y maxilar no se solapan en la imagen de la proyección. Otra ventaja es que por el procedimiento de la invención, que puede corresponder a un promedio, se crea una superficie de desarrollo, que es arqueada de forma mínima, de manera que se pueden evitar en la imagen de proyección las distorsiones espaciales de alta curvatura. El riesgo, que es posible igual que en la técnica anterior, de que debido a áreas altamente curvadas de la superficie de desarrollo tenga lugar el solape de haces de proyección, se puede reducir de este modo. Mediante el procedimiento según la invención, se puede conseguir un contraste especialmente elevado en las estructuras anatómicas visualizadas, debido al paciente individualizado y a las diferentes curvas focales para diferentes capas.

20 Con el procedimiento de la invención, los puntos centrales de las secciones de cada haz de proyección no están determinados ya por el propio plano de proyección. Por el contrario, aquellos se calculan por el corte de cada haz (realmente infinitamente largo) con un plano focal curvado, lo que se adapta de forma óptima a la anatomía a visualizar.

25 En una realización particularmente ventajosa, la contribución de cada voxel al valor de proyección se determina por la secuencia de valores de voxel a lo largo de la dirección de proyección, de manera que los voxels alejados de la curva focal son cubiertos de forma semitransparente por los voxels que están más próximos a la curva focal. Esto tiene como resultado una ponderación exponencial adicional del voxel que se encuentra más próximo a la curva focal, lo que conduce a un contraste incrementado dentro de estas áreas de los voxels. Además, mediante este enmascarado semitransparente, en contraste a una proyección pura de rayos X, se puede evaluar la posición espacial en profundidad de estructuras individuales entre sí.

30 Mediante esta estructura "esponjosa" de la mandíbula dotada de muchos orificios es difícil llevar a cabo con un operador local la detección de los bordes externos de los huesos (líneas de contorno), porque debido al "horizonte" limitado de los operadores locales, demasiados de los bordes internos, pertenecientes a los orificios, pueden no ser distinguibles con respecto a los bordes externos del hueso. Mediante el preproceso con un operador de cierre morfológico en la escala de grises, se pueden cerrar orificios en el hueso que no superen un tamaño mínimo. 35 Mediante la selección apropiada del tamaño mínimo, en este caso, se detectan solamente conexiones, que son bordes dominantes (haciendo referencia a las dimensiones de la estructura). A este respecto, es ventajoso identificar cada curva focal por preproceso utilizando operadores morfológicos o por combinación de información de borde y de intensidad.

40 También es ventajoso determinar la contribución de cada voxel en el valor de proyección de los valores de voxel en las proximidades del voxel. En este caso, las dimensiones de la zona adyacente pueden ser variables y, en particular, pueden comprender también el volumen total para cada voxel. Como resultado, el contraste de estructuras de una cierta forma (estructural) o cierta eventualidad (estadísticamente) se pueden destacar específicamente en la zona adyacente. Por ejemplo, los canales nerviosos, que tienen un diámetro típico, se hacen específicamente visibles (estructuralmente). Además, el contraste de valores de voxel que ocurren con mucha frecuencia se puede reducir, los cuales contienen con gran probabilidad poca información de diagnóstico, por ejemplo, por pertenecer a tejidos blandos.

50 La invención se explicará a continuación de manera más detallada haciendo referencia a las figuras 1 y 2. En las que se muestra:

la figura 1 la generación de curvas focales y

55 la figura 2 la generación de intervalos de integración.

Por medio de la figura 1 se muestran las etapas del procedimiento de la invención: En primer lugar, un conjunto de datos de volumen generados por un procedimiento tomográfico, representando el área de la mandíbula de un paciente. Estos datos de volumen se componen de una serie de elementos de volumen individuales ("voxels"). Dentro de los datos de volumen se seleccionan planos de corte individuales que discurren horizontalmente a través de la mandíbula. La figura 1 muestra uno de estos planos de corte, en el que cada uno de los planos de corte tiene, como mínimo, el grosor de un voxel. En caso necesario, se puede hacer, no obstante, el promedio de varias capas de "voxels". En el plano de corte, se puede apreciar la superficie de contorno 1 de la mandíbula que se ha cortado, que está limitada por una línea de contorno interna 2 y una línea de contorno externa 3. Las líneas de contorno 2 y 3 dentro de los planos de corte se pueden calcular automáticamente por medio de software de reconocimiento adecuado, porque en estos lugares los valores de la densidad representados por los voxels cambian de manera drástica.

5 En una etapa siguiente, se define dentro de cada superficie de contorno 1 una curva focal 4, que se obtiene como
 10 conexión de puntos focales individuales 5. Para la determinación de los puntos focales 5, se pueden definir puntos 6
 de una de las dos líneas de contorno, en este caso, la línea de contorno externa 3, a una cierta distancia una de
 otra, de manera que para cada uno de los puntos 6 se halla el respectivo punto opuesto más próximo 7 en la otra
 línea de contorno, en este caso, la línea de contorno interna 7. El punto medio de la línea que conecta los dos
 puntos 6 y 7 se puede definir como punto focal 5, de manera que en este punto también puede tener lugar un
 promedio de puntos adyacentes. A través de todos los puntos focales 5 se ajusta la curva focal 4 como línea central.
 Las curvas focales individuales resultan dispuestas como una línea central en la parte central de hueso y/o se
 encuentran en las filas de dientes. Este procedimiento es aplicado a todos los planos de corte, de manera que
 resulta de ello un número de curvas focales superpuestas 4 de diferente curvatura. En la figura 1, está trazada en
 forma de curva de punto y raya 8 otra curva focal de un plano de corte distinto.

15 En los casos en los que faltan dientes en un lado de la mandíbula, el recorrido de las curvas focales puede ser
 parcialmente adoptado por el otro lado respectivo. Esta interpolación se puede hacer automáticamente porque los
 dientes faltantes o huesos faltantes se pueden detectar de forma automática.

20 En la etapa siguiente, se determina una curva de desarrollo común a partir de todas las curvas focales
 superpuestas, de manera que esta "determinación" puede ser un promedio matemático en el caso más simple, que
 opcionalmente está ponderado. En el presente caso, se determina la curva de desarrollo 9 que, también por razones
 de claridad, discurre a su vez por delante de la superficie de contorno 1 (ver figura 2). En este caso, se añadió un
 desplazamiento al promedio geométrico de las curvas focales. A través de esta curva de desarrollo 9 se define una
 superficie de desarrollo no mostrada, que en este caso está dispuesta verticalmente y por lo tanto, está casi
 dispuesta en forma de una pared curvada elípticamente antes de la mandíbula. En este ejemplo, la curva de
 desarrollo 9 es simétrica con respecto al eje 15, de manera que se pueden trazar comparaciones en la vista
 panorámica entre la mitad de la izquierda y la mitad de la derecha de la mandíbula.

30 En el proceso siguiente, empezando de la superficie de desarrollo (representada en este caso por la curva de
 desarrollo 9) se utiliza nuevamente cada uno de los planos de corte, de manera que se definen haces de proyección
 10 que se encuentran en el plano de corte perpendicular a la superficie de desarrollo y que cortan las respectivas
 líneas de contorno 2 y 3. A continuación, se definen intervalos de integración 11 sobre cualesquiera haces de
 proyección 10, 11, que se extienden en este caso desde la línea de contorno interna 2 a la línea de contorno externa
 3. La información del voxel está integrada sobre estos intervalos de integración 11, de manera que el resultado de
 cada integración resulta en cada uno de los píxeles de la vista panorámica. De esta manera, se determina la
 contribución de cada voxel al valor de la proyección automáticamente por un programa de ordenador basados en los
 datos de voxel.

40 En una realización particular, se define un punto de referencia 13 sobre cada haz de proyección 12 con ayuda de la
 anatomía subyacente de la mandíbula de la que, en particular, a ambos lados (flechas 14), se determina una
 proyección por integración a lo largo de la dirección de proyección. De esta manera se puede optimizar el contraste,
 dado que a causa de la longitud minimizada de los haces de proyección solamente una parte del haz de proyección
 contribuye a la evaluación. Además, en contraste con la técnica anterior, por este procedimiento se lleva a cabo la
 dirección de proyección empezando bilateralmente desde el punto de referencia 13 en ambas direcciones de la
 flecha 14. De esta manera, el punto con contraste más elevado en cada haz de proyección es siempre el plano focal.

45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la preparación y presentación de una visualización panorámica de una zona maxilar, siendo generado en primer lugar, un conjunto de datos de volumen que representan la zona maxilar de un paciente, por medio de un procedimiento tomográfico, estando compuesto el volumen de datos por una serie de elementos de volumen individuales (“voxels”),
- 10 en el que se establecen varios planos de corte horizontales que cortan la mandíbula, en el que dentro de cada plano de corte, se define una superficie de contorno (1) de la mandíbula que está limitada por una línea de contorno interna (2) y una línea de contorno externa (3), de manera que las curvas focales (4, 8) están respectivamente definidas dentro de las superficies de contorno (1), en el que se determina una curva de desarrollo común (9) desde las curvas focales (4, 8) de los planos de corte que se encuentran uno encima de otro, definiendo la curva de desarrollo (9) una superficie de desarrollo que ha sido configurada en particular verticalmente,
- 15 de manera que, empezando desde la superficie de desarrollo, se definen haces de proyección (10, 12) en cada plano de corte, los cuales son perpendiculares sobre la superficie de desarrollo y cortan las respectivas líneas de contorno (2, 3), que se definen intervalos de integración (11) sobre los haces de proyección (10, 12), sobre los que se integran informaciones de los elementos de volumen, y
- 20 en el que una integración forma un píxel de la visualización panorámica de una sola vez, caracterizado porque los intervalos de integración están definidos dentro de las superficies de contorno (1).
- 25 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque utilizando la anatomía subyacente en cada haz de proyección (10, 12), se define un punto de referencia (13), desde el cual se determina una proyección por integración a lo largo de la dirección de proyección, en particular, a ambos lados.
- 30 3. Procedimiento, según la reivindicación 2, caracterizado porque cada punto de referencia (13) está formado desde el punto de intersección del haz de proyección y la curva focal (4, 8) que es determinada para el respectivo plano de corte.
- 35 4. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los intervalos de integración se extienden desde la línea de contorno interna (2) a la línea de contorno externa (3).
5. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las curvas focales (4, 8) y/o la curva de desarrollo (9) son determinadas automáticamente por un programa de ordenador que utiliza datos de voxel que representan la anatomía subyacente.
- 40 6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada una de las curvas focales (4, 8) están definidas como líneas centrales dentro de las superficies de contorno (1) y, por lo tanto, se encuentran céntricamente en el hueso y/o en las filas de dientes.
- 45 7. Procedimiento, según la reivindicación 6, caracterizado porque cada curva focal (4, 8) está determinada por preproceso mediante operadores morfológicos o por una combinación de bordes e información de intensidad utilizando la anatomía subyacente.
- 50 8. Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque cada curva focal (4, 8) y, por lo tanto, también la curva de desarrollo (9) es simétrica de forma especular con respecto al punto medio de su longitud de arco.
9. Procedimiento, según la reivindicación 8, caracterizado porque las partes de las curvas focales (4, 8), que faltan debido a características anatómicas, son sustituidas por las partes correspondientes del lado opuesto, a efectos de extrapolar o interpolar dientes faltantes y/o huesos faltantes.

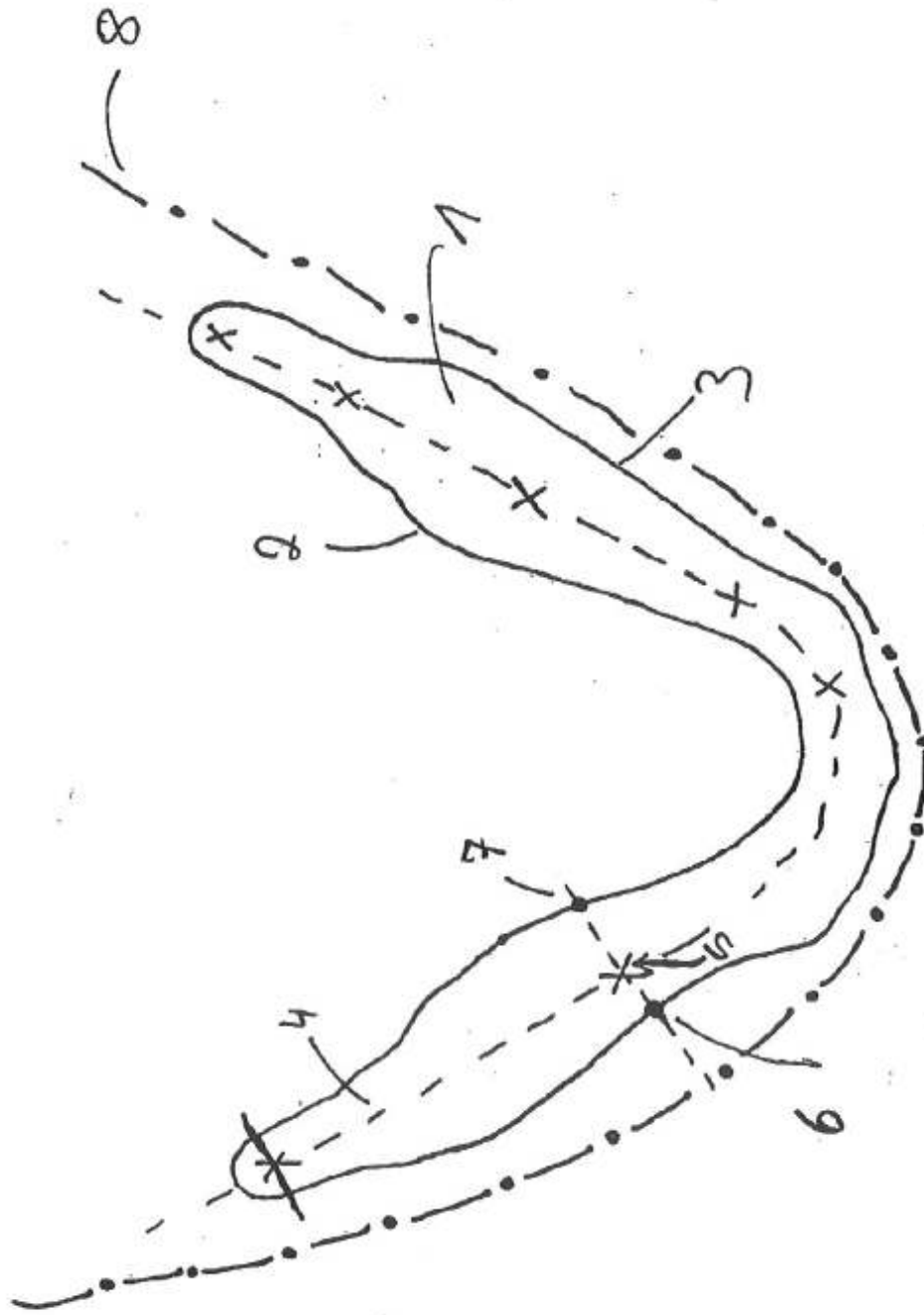


Fig. 1

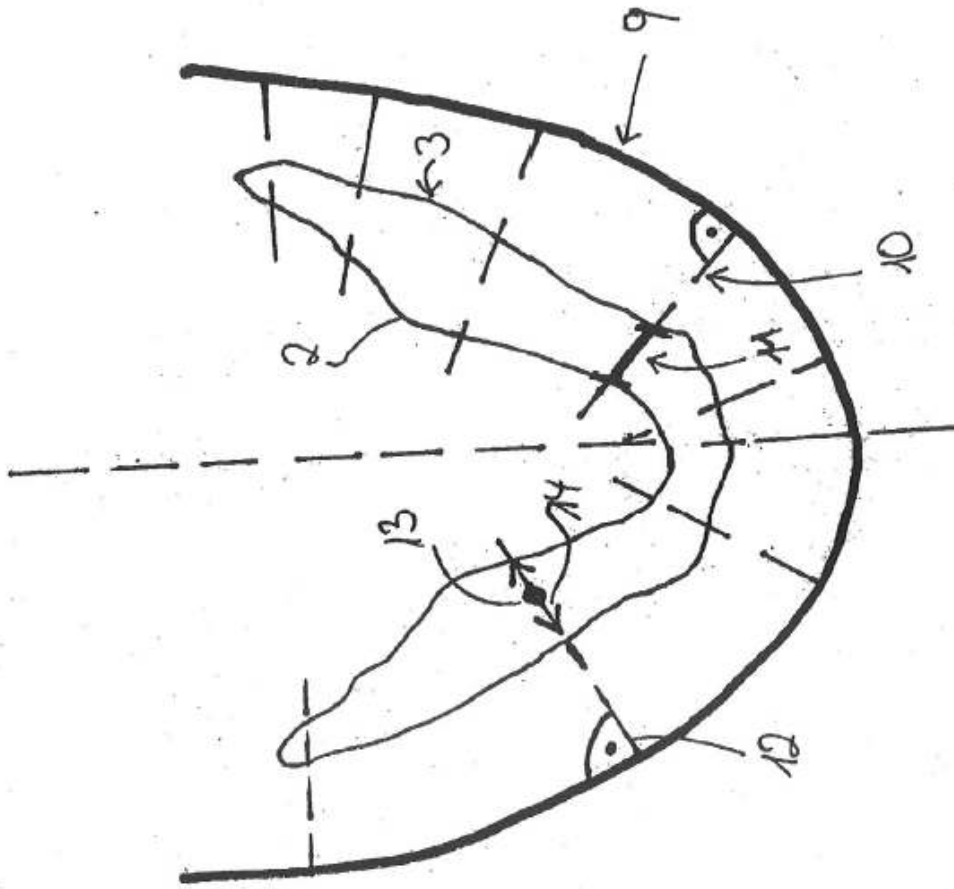


Fig. 2