(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 447 418**

(51) Int. Cl.:

G01B 11/02	(2006.01)
A01G 23/00	(2006.01)
G06K 9/00	(2006.01)
G01B 11/00	(2006.01)
G01B 11/24	(2006.01)
G01B 11/28	(2006.01)
G01B 11/30	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2003** **E 03790759 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2013** **EP 1532421**

(54) Título: **Procedimiento y sistema de medición y seguimiento automáticos de troncos, madera industrial y tablones**

(30) Prioridad:

27.08.2002 DK 200201258

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2014

(73) Titular/es:

DRALLE A/S (100.0%)
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm, DK

(72) Inventor/es:

DRALLE, KIM y
TARP-JOHANSEN, MADS JEPPE

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 447 418 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 y sistema de medición y seguimiento automáticos de troncos, madera industrial y tablones

Campo de la invención

Esta invención se refiere a la medición y el seguimiento de objetos mediante el uso de procedimientos fotogramétricos. La invención aborda la situación en la que lotes de tales objetos se manipulan para agruparse en lotes más grandes o para el procesamiento adicional de objetos individuales. Durante esta acción, los objetos individuales de un pequeño lote serán visibles en gran medida. En su simplicidad, la idea es que mediante metodologías fotogramétricas se obtenga información de un objeto particular a partir de las imágenes de uno o más pequeños lotes en los que aparece. Más específicamente, se extrae la extensión tridimensional (3D) de un objeto y las propiedades relacionadas con su superficie, tales como la textura y otras características importantes. Capturar imágenes mientras se agarran y se sueltan los pequeños lotes y/o en puntos sucesivos de la manipulación proporciona la información necesaria para realizar un seguimiento de la trayectoria de transporte en el tiempo y en el espacio de cada objeto individual. Por tanto, la metodología proporciona en su conjunto mediciones y el seguimiento de los objetos individuales.

Por tanto, la invención abarca un amplio abanico de posibles aplicaciones. Un ejemplo genérico es un proceso industrial en el que un artículo pasa por varias etapas de subprocesos durante su fabricación. En este caso, la memoria descriptiva se centra en un único diseño para su uso en la silvicultura y en la industria de procesamiento de la madera.

En las últimas décadas, la silvicultura ha experimentado un alto grado de mecanización. En la actualidad, la madera se recoge y se procesa a una velocidad cada vez mayor y las industrias de la madera producen grandes unidades. Además, la maquinaria usada aplica tecnologías altamente desarrolladas. De manera generalizada, la maquinaria para la tala y las sierras de los aserraderos están equipadas con diversa tecnología informática que ayuda al software a optimizar cada etapa del proceso de adquisición. Al mismo tiempo, cada vez hay una mayor conciencia social acerca de la gestión de los recursos naturales y de la utilización de los recursos que se recogen. En general se reconoce que los futuros avances relacionados con el procesamiento de la madera deben obtenerse a partir de más mejoras en el proceso de adquisición de la madera. La presente invención aporta optimizaciones en todo el proceso de adquisición de la madera proporcionando información detallada de la madera (objetos) en cualquier fase en la que se aplique el sistema.

Sección general

La presente invención es un sistema informático de visión y seguimiento en tiempo real para localizar de manera automática y medir el tamaño y la calidad de troncos individuales de madera dura y blanda, piezas de madera industrial y tablones, en lo sucesivo troncos.

Este sistema tiene como objetivo racionalizar y aumentar la eficacia y la precisión de las mediciones en todo el proceso de adquisición de madera. Además, el preciso seguimiento de los troncos permite una documentación precisa para obtener, por ejemplo, la certificación de la madera.

Por sistema de visión informático se entiende un único o una serie de sistemas de detección informáticos con GPS integrado. El sistema de visión localiza y mide los troncos en varias fases de algún proceso de adquisición de madera. Los resultados de una o más de estas mediciones se usarán de manera independiente o conjunta para proporcionar estimaciones precisas y no sesgadas de la posición, el tamaño y la calidad de los troncos en cualquier fase específica.

Por seguimiento se entiende un registro de las posiciones de un tronco reconocido a lo largo del proceso de adquisición en el que se aplica el sistema, por ejemplo las posiciones de un tronco específico desde su tala hasta cualquier fase del proceso de adquisición en la que ya no se aplique el sistema.

El sistema satisfará diversas demandas inmediatas de información sobre varios actores a lo largo del proceso de adquisición. En particular: i) los compradores y los vendedores exigen unidades comerciales medidas y clasificadas de manera precisa y documentación sobre las mismas y ii) la necesidad de devolver troncos y otros artículos de madera a su origen en el bosque con fines de certificación.

Además, la información recopilada por el sistema hasta cualquier fase (operación) dada del proceso de adquisición puede utilizarse con fines de optimización en fases posteriores del proceso de adquisición. Esto aumenta la eficacia del proceso de adquisición.

Una representación esquemática del proceso de adquisición de madera se muestra en la Figura 1. El patrón de acciones de troncos que se cargan y descargan mediante dispositivos similares, por ejemplo grúas, se repite en

todas las operaciones del proceso de adquisición. Por lo tanto, el sistema está diseñado para aplicar sistemas informáticos de detección similares y algoritmos similares de análisis de imágenes en todas las fases.

Normalmente, los troncos se manipulan en una o más de las operaciones mostradas en la Figura 1. Por tanto, la unidad que va a manipularse es un conjunto variable de troncos y el sistema está diseñado para calcular valores agregados para tales conjuntos de troncos.

El sistema puede aplicarse en cualquier acción o conjunto de acciones, por ejemplo una operación mostrada en la Figura 1. Por consiguiente, los compradores y los vendedores tienen la responsabilidad de decidir las etapas en las que será apropiado aplicar el sistema. Devolver las tablas a su origen en el bosque requiere naturalmente que el sistema se aplique en la mayoría de puntos (acciones) de carga y descarga.

La presente invención sugiere la medición de troncos individuales usando un sistema de visión en estéreo integrado con GPS. El sistema GPS proporciona la ubicación en el espacio de los equipos y manipula los troncos y el sistema de visión. En combinación con el reconocimiento automático de los troncos en las imágenes capturadas por el sistema de visión, la trayectoria de cada tronco individual puede correlacionarse para proporcionar el seguimiento de los troncos.

La idea central del sistema de visión es que captura imágenes de troncos durante las acciones de carga/descarga. Durante estas acciones, una grúa o dispositivo similar solo manipula a la vez algunos troncos. Las imágenes de un lote de algunos troncos permiten un reconocimiento completo de cada tronco individual del lote. Los puntos de montaje candidatos del sistema de visión son, por ejemplo, la cuchara de una máquina de recogida o una máquina de traslado, la carrocería de una máquina de recogida o una máquina de traslado, un camión en la planta, una cinta transportadora o cualquier otra ubicación en la que los troncos puedan ser visualizados con el sistema de visión.

Además, las imágenes de los apilados (conjuntos de troncos) que están cargándose o descargándose se capturan de manera continua para controlar la ubicación exacta en la que se deposita o de la que se extrae cada lote de troncos. De esta manera, los apilados se consideran agrupaciones de troncos individuales con sus propiedades individuales, tales como la trayectoria de transporte y el tamaño. Por tanto, pueden calcularse cantidades agregadas y estadísticas de distribución a nivel de apilado para caracterizar un apilado.

La idea de medir troncos sobre la marcha mediante una detección remota y la de concebir los apilados como agrupaciones de troncos con un registro de información asociado a nivel de tronco es una ventaja en comparación con las prácticas actuales. Las prácticas habituales consisten en medir apilados en un proceso aparte y caracterizar los apilados por sus medidas externas y otras cantidades agregadas.

Cada tronco individual se supervisa varias veces durante la línea de adquisición. En cualquier imagen estéreo de acción de carga/descarga de cada tronco ubicado en el apilado de descarga, la grúa y el apilado de carga quedan capturados. Esta fuente de información global forma la base de un algoritmo de análisis de imágenes para estimar el tamaño y la ubicación de los troncos con un alto nivel de precisión. Integrar las imágenes de las diversas operaciones de la Figura 1 en el análisis de las imágenes mejora el nivel de precisión que puede obtenerse.

El algoritmo de análisis de imágenes está diseñado para adoptar información procedente de muchas fuentes. Por tanto, el algoritmo permite fusionar datos procedentes de fuentes tales como un inventario del terreno, una máquina de recogida, información regional previa sobre el tamaño y la calidad e información recopilada dinámicamente durante una operación forestal para garantizar la autocalibración.

Una consecuencia importante de la implementación en tiempo real del sistema es que puede cuantificarse la influencia de la descomposición y de otros factores biológicos. Especialmente, si hay un lapso de tiempo entre la creación de un apilado y su recogida, usar el sistema en estas dos operaciones hace posible controlar cambios en el apilado.

Se considera que la presente invención puede aplicarse en otros usos industriales en los que objetos 3D se manipulen de manera apilada en repetidas operaciones de carga/descarga similares.

Sección específica

El sistema está diseñado para construirse a partir de componentes estándar que se ajustan a las normas de la industria para garantizar la portabilidad y un bajo coste. En particular, para la creación de un sistema operacional basta con cámaras estándar, formatos de imagen estándar, hardware y software de gráficos estándar y unidades informáticas estándar con sistemas operativos incorporados.

Un ejemplo de una implementación real de este sistema está basado en cámaras digitales CCD con una resolución espacial de 2 a 5 mm^2 por píxel para objetos ubicados a una distancia comprendida entre 2 y 15 m en un espacio

físico desde el sistema de visión. Este formato de imagen es el formato TIFF comprimido y la implementación software de este sistema escrito en C/C++/C# se ejecuta en un entorno Windows o Linux. Los procedimientos gráficos se ejecutan a través de una tarjeta gráfica 3D acelerada usando el lenguaje OpenGL.

En lo sucesivo, por maquinaria se entiende alguna maquinaria que manipula troncos a lo largo del proceso de adquisición de madera. El dispositivo usado por tal maquinaria para manipular los troncos se denominará cuchara.

Algunos ejemplos de maquinaria son las máquinas de recogida y de traslado Valmet y Ponsse, los camiones Mack y Volvo con remolques para cargar troncos y equipados con brazos de grúa, y grúas auténticas en los aserraderos o fábricas de papel.

El sistema de visión en estéreo se montará en la maquinaria para que pueda capturarse una serie continua de imágenes de los troncos que están manipulándose. La estrategia ideal es capturar uno o más conjuntos de imágenes de los apilados de carga y descarga y del lote de troncos en la cuchara para cada lote de troncos que está manipulándose.

Como un ejemplo, las máquinas de recogida tienen luces montadas por pares en sus brazos de grúa y protegidas por un armazón. Un conjunto de cámaras está convenientemente montado cerca de las luces dentro de estos armazones. Cuando el operario tala un árbol y cada vez que se corta un tronco, el sistema de visión toma imágenes. En una máquina de traslado las cámaras están montadas de manera similar, pero en este caso las imágenes se toman cuando se coge o se suelta una nueva agrupación de troncos y a intervalos de tiempo regulares entre medias, o cuando la orientación de la agrupación en la cuchara sea óptima con respecto a las cámaras.

La unidad GPS también está montada en la maquinaria. Gracias a su continuo registro de señales puede conocerse la orientación absoluta y la ubicación en el espacio de la maquinaria. Dada la orientación de la cuchara con respecto a la maquinaria se calcula la ubicación de la cuchara en el espacio.

Los troncos son objetos sólidos tridimensionales (3D). Por consiguiente, los algoritmos de análisis de imágenes se implementan usando rutinas de software soportadas por hardware de gráficos 3D estándar. Por tanto, el procesamiento de imágenes de un universo 3D virtual que representa los apilados y lotes de troncos 3D del mundo real es rápido y sencillo.

La información resultante sobre apilados o lotes de troncos calculada a partir de las imágenes se almacena posteriormente en una base de datos central. Esta información incluye básicamente estimaciones del tamaño, la ubicación y la calidad de los troncos individuales. Además, valores agregados a nivel de apilado así como escenas con imágenes (películas) de parte de o toda la operación grabada también deben almacenarse en la base de datos.

La base de datos central puede residir en cualquier maquinaria preseleccionada u ordenador de oficina. El único requisito es que otros ordenadores puedan acceder al ordenador central mediante una conexión en línea, por ejemplo Internet mediante una tarjeta telefónica o un dispositivo estándar similar. De esta manera, el sistema es robusto contra fallos de hardware en cualquier enlace de la línea de adquisición.

El algoritmo de análisis de imágenes para el seguimiento y la estimación de tamaño está dividido conceptualmente en dos fases. La fase 1 es un reconocimiento aproximado de los troncos extraídos de o añadidos en un apilado y de los troncos sostenidos por la cuchara. La fase 1 se lleva a cabo mediante una correspondencia con plantillas u otro filtrado y proporciona la ubicación y el tamaño aproximados de los troncos en el mundo 3D virtual. La fase 2 consiste en deducir de manera precisa cada tronco individual a partir de los datos de imágenes disponibles y otra información anterior. La configuración aproximada del mundo 3D virtual de la fase 1 se usa como valor inicial para la fase 2. La fase 2 es más compleja y aplica un análisis estadístico formal. El resultado de la fase 2 son configuraciones del mundo 3D virtual (una para cada imagen capturada usada en el análisis) que describen de manera óptima el mundo real dada la información disponible. Dicho de otro modo, la fase 2 proporciona las trayectorias de transporte de los troncos y su tamaño y calidad.

Tanto la fase 1 como la fase 2 requieren una especificación del mundo 3D virtual que imite al mundo real. Es decir, se establece un modelo matemático para describir la forma tridimensional de los troncos y su trayectoria de transporte. Este modelo se ajusta (estima) posteriormente para adecuarse lo mejor posible a las imágenes reales tomadas.

Un posible modelo matemático para un tronco es que el centro del tallo siga un polinomio de segundo, tercer o cuarto orden (en un plano) y que las secciones transversales perpendiculares al centro del tallo sean circulares, donde el diámetro es una función lineal de la distancia hasta la base del tallo (Figura 4). Como alternativa, el diámetro puede especificarse mediante funciones de conicidad del tallo descritas habitualmente en la bibliografía.

Dada una especificación del mundo virtual, es necesaria la correlación con el espacio de imágenes (formación de imágenes) para calcular las imágenes del mundo virtual. El modelo matemático puede estimarse comparando estas imágenes calculadas y las imágenes reales tomadas.

Como un ejemplo, si el sistema de visión está basado en cámaras CCD, la correlación entre el espacio de objetos (el mundo físico) y el espacio de imágenes es la composición de una proyección central y el deterioro provocado por la lente y las irregularidades inducidas por el chip. Estos dos últimos factores conforman la denominada orientación interna y es una propiedad específica de cada cámara. La orientación interna se establece por separado a partir de una escena de prueba en un laboratorio. La ubicación y la posición de las cámaras entre sí en el sistema de visión junto con el modelo de formación de imágenes crean un sistema de visión en estéreo, es decir, un sistema que permite la reconstrucción 3D de los objetos de interés (los troncos).

El filtro de la fase 1 que selecciona troncos individuales en la cuchara utiliza una fuente de información compleja que incluye uno o más de lo siguiente: "ancho" de la cuchara, ubicación de la cuchara en el espacio (orientación implícita de los troncos), registro exacto de los troncos manipulados si se extrajeron de un apilado ya supervisado por el sistema, otra información anterior sobre el tamaño de los troncos, por ejemplo de la máquina de recogida.

El filtro de la fase 1 que selecciona troncos individuales extraídos de o añadidos a un apilado utiliza imágenes sucesivas del apilado para detectar cambios en su superficie. Las ubicaciones candidatas de los troncos se identifican a partir de estos cambios (Figura 3). Información acerca de la ubicación de la cuchara en la que se extrajeron o se añadieron troncos y del lote que se manipuló se usa para ayudar a este filtro.

En esencia, los filtros de la fase 1 correlacionan la trayectoria de transporte completa de cada tronco individual y el seguimiento finaliza. Debe observarse que los datos de imágenes y los datos de GPS se usan conjuntamente para completar esta tarea.

El marco de inferencia para la fase 2 es bayesiano, donde el término de probabilidad $f(I;\theta)$ es la densidad de los datos de imagen I bajo un modelo estadístico parametrizado por θ, y $\pi(\theta)$ es lo anterior a θ. El modelo estadístico abarca el modelo del universo 3D virtual, el proceso de formación de imágenes y la aleatoriedad del ruido en las imágenes. El posterior p viene dado por $p(\theta; I) \propto \pi(\theta)f(I;\theta)$. Puesto que θ incluye la parametrización del mundo 3D virtual, maximizar p proporciona una estimación de la configuración de los troncos del mundo real 3D. Una elección natural de π anterior es conocer la distribución de tamaño de los troncos sometidos a estudio. Normalmente, esta información se obtiene fácilmente a partir de modelos de crecimiento o de tablas de rendimientos.

Técnicamente, cada tronco del mundo virtual se representa mediante un objeto espacial discreto durante la maximización del posterior. El conjunto de puntos que constituye el tronco se obtiene a partir del modelo matemático subyacente. La triangulación entre estos puntos forma entonces la superficie del tronco. Sea θ' el parámetro que parametriza un tronco particular. Entonces, θ' es un subconjunto de θ. Por tanto, maximizar p con respecto a θ proporciona el mejor valor para θ'. El volumen y curvatura y otras propiedades importantes del tronco se calculan por tanto de manera óptima a partir del valor de θ'.

Puesto que los troncos son objetos sólidos con una determinada regularidad en su forma, el parámetro θ' no puede considerarse un parámetro totalmente libre. Por tanto, el posterior p se maximiza bajo limitaciones de lisura adecuadas en la forma de los troncos. En principio no se permite que troncos muy diferentes ocupen el mismo espacio físico. En la práctica, esta limitación no es tan estricta debido a que θ' no es una representación perfecta de los troncos del mundo real.

Si el sistema se aplica en varias fases a lo largo de la línea de adquisición de madera, los datos de imagen I son los datos de imagen agregados de todas las imágenes consecutivas capturadas. Esto implica que la configuración 3D de cada tronco se estima a partir de datos de imagen capturados en diferentes direcciones con respecto al tronco, minimizando el volumen tapado de los troncos.

El sistema funciona en unidades absolutas en el sentido de que produce los tamaños medidos en metros o en alguna otra unidad absoluta. Técnicamente, esto requiere que se conozca la escala de las imágenes capturadas por el sistema de visión en estéreo. Reconociendo el hecho de que el sistema funciona en un entorno inestable, para obtener la escala se usan marcas en la cuchara o en otras partes de la maquinaria, además de una línea de base conocida del sistema de visión.

El análisis de imágenes de la fase 2 proporciona una valoración aproximada de la calidad de la madera, por ejemplo en función de la curvatura de un tronco y de la apariencia de los anillos de crecimiento en los cortes de sección transversal de los troncos. Rutinas adicionales de análisis de imágenes se aplican para medir el porcentaje de putrefacción, los nudos o cambios en la textura de la corteza para recabar tanta información como sea posible sobre la calidad de la madera.

Cuando se completa un apilado de troncos, el sistema calcula cantidades agregadas para el apilado. El conjunto de cantidades calculadas puede modificarse dinámicamente por el usuario. Cantidades agregadas típicas son: el número de troncos del apilado, el volumen total de los troncos del apilado y el tamaño y la distribución de calidad de los troncos del apilado.

Cuando los troncos se recogen en alguna maquinaria y se transportan hasta algunas otras ubicaciones para su descarga, el requisito en tiempo real relacionado con los algoritmos de análisis de imágenes puede ser menos estricto. El sistema debe proporcionar los resultados de los análisis de las imágenes cuando tenga lugar la acción de descarga. Esto es particularmente útil en la primera fase, en la que el sistema se aplica en una máquina de traslado en el bosque. En la primera fase no hay disponible información previa acerca del tronco, por lo que el reconocimiento satisfactorio del tronco y la estimación de su tamaño pueden requerir un mayor tiempo de cálculo. La utilización del sistema en fases posteriores del proceso de adquisición requerirá un menor tiempo de ejecución ya que hay disponible información previa detallada sobre los troncos.

El sistema de visión está montado en la maquinaria de modo que puede capturar imágenes tanto de la cuchara como de los apilados de carga y descarga. La situación ideal es que el sistema esté montado de manera que para cada lote de troncos que esté manipulándose puedan capturarse imágenes tanto de la cuchara como de los apilados. Algunos puntos de montaje candidatos son el brazo de grúa o la carrocería de la maquinaria, como se muestra en la Figura 2.

Una característica única del sistema es que el dispositivo de medición, es decir, el sistema de visión, no está en contacto con los troncos. Esto implica que el sistema es menos proclive al deterioro y, por tanto, la demanda de continua calibración del sistema cuando está funcionando es baja. Esto es una ventaja para los dispositivos de medición que están montados en el dispositivo de tala de una máquina de recogida.

La presente invención sugiere que el sistema da solución tanto a las tareas de seguimiento como a las de estimación de tamaño. A medida que transcurre el tiempo y evolucionan las tecnologías, por ejemplo la bioinformática, la tarea de seguimiento puede completarse a partir de la huella de ADN de cada tronco o mediante algún otro procedimiento de reconocimiento. De manera ventajosa, el sistema está diseñado para incorporar tal información en el análisis de imágenes de la fase 2. Dicho de otro modo, el sistema está diseñado para complementarse con otras fuentes de información que ayuden al seguimiento y a la estimación de tamaño.

Los factores más críticos del sistema son las condiciones de detección y el número de troncos que la cuchara maneja. Hacer funcionar el sistema durante la noche, por ejemplo, con un sensor sensible a la luz visible requiere por tanto que los troncos sean iluminados mediante alguna fuente de luz artificial. Si un tronco particular está tapado por otros troncos cuando está ubicado en el apilado o en la cuchara, el sistema solo puede proporcionar una estimación aproximada de su tamaño. Sin embargo, el espacio de soluciones para el volumen ocupado por ese tronco particular es muy pequeño, de manera que el rendimiento global del sistema no se ve afectado negativamente.

Si el orden de los troncos en un apilado es modificado por algún factor externo o su constitución geométrica ha cambiado mucho, el cambio es reconocido por el sistema y empieza a comprobar si faltan troncos en el apilado.

REIVINDICACIONES

1.- Un procedimiento para realizar un seguimiento de un tronco de madera durante un proceso de adquisición de madera, en el que los troncos de madera son transportados desde una ubicación geográfica, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- estimar la ubicación geográfica de los troncos de madera usando GPS,
- manipular un primer lote de dichos troncos y tomar al menos una primera imagen estéreo de dicho primer lote de troncos durante su manipulación,
- determinar, a partir de la al menos una primera imagen estéreo del primer lote de troncos, datos característicos de los troncos del primer lote que permitan identificar cada tronco de madera,
- transportar una pluralidad de troncos, cuya ubicación geográfica y datos característicos han sido determinados, desde su ubicación geográfica hasta una ubicación geográfica subsiguiente en el proceso de adquisición de madera,
- manipular, en la ubicación geográfica subsiguiente, un segundo lote de troncos que comprende al menos uno de dicha pluralidad de troncos y siendo visible al menos una parte de cada tronco, incluyendo la manipulación:

    - tomar al menos una segunda imagen estéreo del segundo lote de troncos, e
    - identificar, a partir de la al menos una segunda imagen estéreo del segundo lote de troncos, cada tronco del segundo lote, realizándose de este modo un seguimiento de cada tronco identificado.

2.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la ubicación geográfica es la ubicación de recogida.

3.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos característicos incluyen el volumen de cada tronco individual.

4.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos característicos incluyen la masa de cada tronco individual.

5.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos característicos incluyen la calidad de cada tronco individual.

6.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos característicos incluyen la especie de cada tronco individual.

7.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos característicos incluyen la curvatura del tronco.

8.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos característicos incluyen la conicidad del tronco.

9.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la manipulación incluye descargar de una máquina de traslado la pluralidad de troncos.

10.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la manipulación incluye volver a cargar en una máquina de traslado la pluralidad de troncos.

11.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la manipulación incluye procesar los troncos en un aserradero.

12.- El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una primera o segunda imagen estéreo son tomadas por un par de cámaras.

13.- El procedimiento según la reivindicación 12, en el que el par de cámaras están montadas en maquinaria que manipula los lotes de troncos.

14.- Un sistema para realizar un seguimiento de un tronco de madera individual de una pluralidad de troncos de madera que están transportándose desde una ubicación geográfica, estando adaptado el sistema para llevar a cabo el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

Operación	Acción
Inventario forestal / marcación	Estudio de los recursos forestales
Tala	Tala Desrame y corte transversal Colocación de tronco sobre el terreno
Traslado	Carga desde el terreno Apilamiento en máquina de traslado Descarga del apilado en carretera forestal
Transporte con camión	Carga del apilado en carretera forestal Apilamiento en camión Descarga del apilado en la planta
Industria de la madera	Carga de troncos en aserradero o fábrica de celulosa Ordenación y almacenamiento de tablas

Figura 1: Esquema conceptual de proceso de adquisición de madera

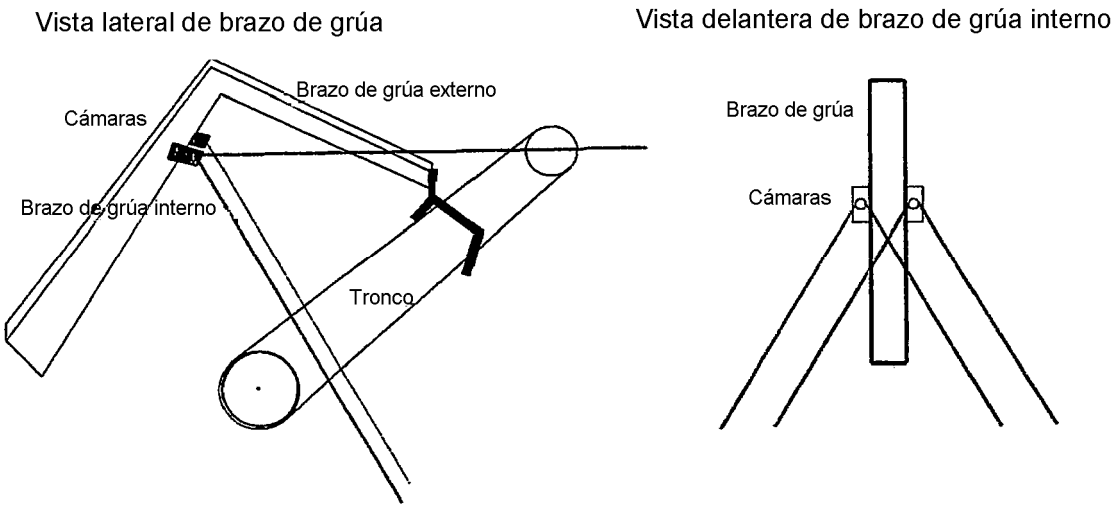

Figura 2. Representación esquemática de troncos en la cuchara y ubicación del sistema de detección

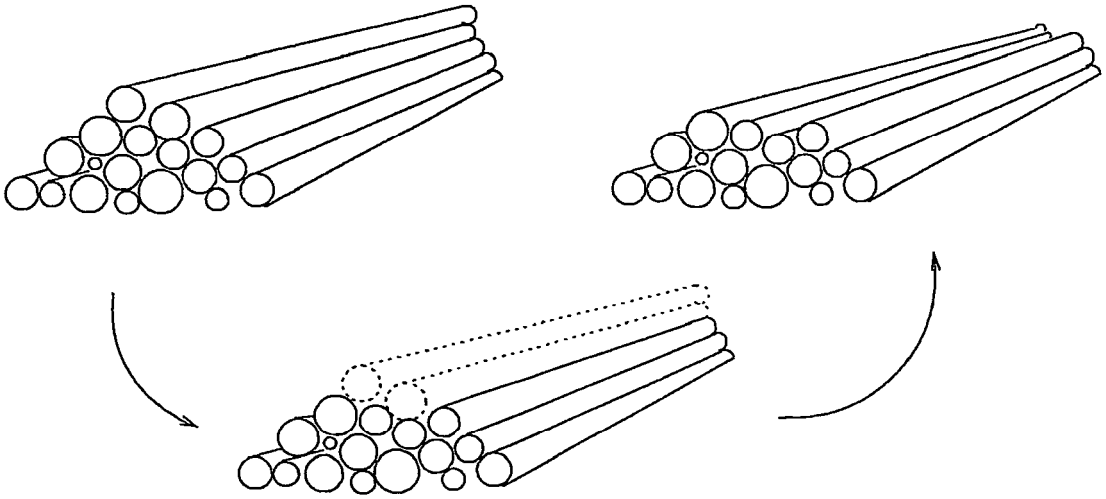

Figura 3: Representación esquemática del tamaño variable de un apilado

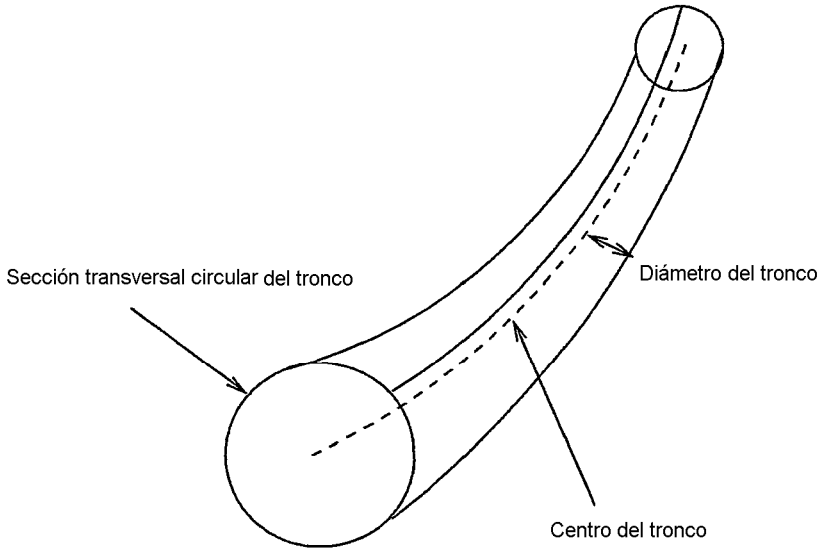

Figura 4: Visualización de la parametrización de un tronco