

Tema A1a Diseño: Diseño asistido por computadora.

“Incorporación e integración de herramientas para automatizar tareas de diseño en un sistema CAD”

Ayala Alvaro^{a*}, Serrato Iker^a, Aguilera Rodrigo^a, Brian Alfaro^a

^aFacultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

*maktub10@yahoo.com

RESUMEN

Durante el diseño de productos se realizan diversas etapas, durante las etapas iniciales de este proceso los sistemas CAD proporcionan funciones básicas para el modelado geométrico. Sin embargo, la tendencia a automatizar el diseño del producto requiere integrar bases de conocimientos para asistir al ingeniero de diseño. La idea principal de automatizar los sistemas CAD es cambiar del modelado manual a sistemas basados en conocimiento, que proporcionen ayuda en los procesos de toma de decisión en el diseño de tal manera que ayuden a minimizar el trabajo repetitivo. En lugar de realizar modelos similares o cambiar parámetros en los mismos modelos, los ingenieros deben de ser capaces de programar aplicaciones basadas en la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) de CATIA, de tal manera que se puedan crear nuevos modelos CAD automáticamente o generar modificaciones de los mismos modelos.

Palabras Clave: dimorfismo mandibular, índice canino mandibular, CAD, parametrización, identificación de genero

ABSTRACT

During the design of products various stages are required, in the early steps of this process, the CAD systems provide basic functions for geometric modeling. However, the tendency to automate the product design requires the integration of knowledge bases to aid Design Engineers. The main idea of automating CAD systems is to change the manual modeling based on the wisdom that aid in the processes of decision-making with the purpose of minimizing the repetitive work. Instead of doing the same modeling or just changing the parameters of the models, the engineers should be able to develop applications based on an Application Programming Interface (API) on CATIA, in such a way they can automatically create new CAD models or generate modifications of the same models.

Keywords: mandibular dimorphism, canine mandibular index, CAD, parametrization, sex determination.

1. Introducción

Product Life Cycle Management (PLM) son sistemas de información especializados que permite administrar el diseño de productos en las diferentes etapas de su ciclo de vida, partiendo de la conceptualización de la idea hasta el reciclado del producto, pasando por la fabricación.

El objetivo de los sistemas PLM es integrar actividades de diseño mediante un flujo de trabajo colaborativo y la integración de herramientas computacionales. Por lo tanto, adicionalmente a una metodología de diseño, es necesario

contar con la integración de dichas herramientas, y lograr la gestión de la información y conocimiento a lo largo del proceso de diseño.

Actualmente los grandes desarrolladores tales como Dassault Systèmes (DDS) y Siemens han integrado módulos de conocimiento en sus aplicaciones PLM. Estos módulos permiten crear entornos favorables para desarrollar aplicaciones Knowledge Based Engineering (KBE), permitiendo que los usuarios logren incorporar la programación de parámetros, ecuaciones y reglas que permiten tomar decisiones y automatizar la creación de geometrías y tareas de diseño [1].

La herramienta KBE desarrollada por DDS, es un conjunto de módulos para incrementar las funcionalidades de CATIA V5, pensado en la automatización del diseño y captura del conocimiento [2]. Los cuales le ofrecen al diseñador una interfaz de programación basada en Visual Basic for Applications (VBA), C++ o Java, donde es posible desarrollar aplicaciones para la automatización del diseño.

Para el caso de NX el desarrollo se da a través de KBE Fusion, utilizando *INTENT!*, como lenguaje de modelado y Parasolid como el núcleo geométrico [3]. Esta herramienta utiliza el método OBDC (Open DataBase Connectivity) para la conexión y acceso a la base de datos.

Una API (Application Programming Interface) es un conjunto de reglas (código) y especificaciones que las aplicaciones pueden seguir para comunicarse entre ellas, sirviendo de interfaz entre programas, de la misma manera en que la interfaz de usuario facilita la interacción humano-software [4]. Así, estas reglas permiten la interacción entre las KBE y el usuario.

El uso de API's, permiten la implantación de herramientas computacionales de programación dentro de los softwares CAD, permitiendo realizar la automatización de tareas repetitivas, acelerar el proceso de diseño y generar de manera automática geometrías complejas.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar una herramienta computacional en el entorno de CATIA, para la determinación automática del sexo a través del cálculo del Índice Mandibular Canino (IMC).

2. Desarrollo

Para la antropología física e investigaciones forenses es un reto determinar la identidad de las personas. El concepto de identidad es un conjunto de características físicas, funcionales y patologías que definen a un individuo [5], y donde la determinación del sexo juega un rol importante, al reducir la identificación al 50% [6].

Una de las técnicas más utilizadas para identificar el sexo es el análisis discriminante que tiene una eficacia del 70 al 80% [3], donde la variable discriminante es la medida mesiodistal. Se ha identificado que el error sistemático en este tipo de análisis, lo constituye el desajuste de la calibración del instrumento de medición [4].

Los dientes caninos son diferentes de otros dientes con respecto a la supervivencia y la dicotomía del sexo, dicha diferencia está sustentada en la función, que varía según subbase evolutiva [5]. El cromosoma "Y" tiene un efecto directo sobre el tamaño de los dientes, promoviendo tanto la amelogénesis (crecimiento del esmalte) y la dentinogénesis (crecimiento de la dentina). Por lo tanto, la influencia del cromosoma "Y" explica la expresión de dimorfismo sexual en tamaño y forma. [6]

El diámetro de la corona de los caninos es mayor en hombres que en mujeres, es decir existe un mayor

dimorfismo sexual en los caninos permanentes. [7], mientras que la distancia intercanina se incrementa progresivamente desde el nacimiento hasta los 13 años de edad, y entre los 13 y 25 años los cambios en la distancia son menores [6, 11].

Los caninos permanentes presentan un dimorfismo sexual con un porcentaje de asignación del sexo entre el 76,5% y el 100% mientras que otras zonas dentales como el segundo molar presentan menor porcentaje de fiabilidad rondando entre el 75% y el 92,9%. [12]

La medición de la distancia intercanina aplicada de forma adecuada es capaz de obtener resultados con un rango de efectividad que oscila entre el 82.2% y el 93.1% para la estimación del sexo [13]. En cualquier estudio donde se realice un proceso de medición se consideran tres fuentes principales de variabilidad: debido a los sujetos de estudio; inherente al instrumento o método con el que se realiza la medición e inherente al propio investigador (Figura 1).

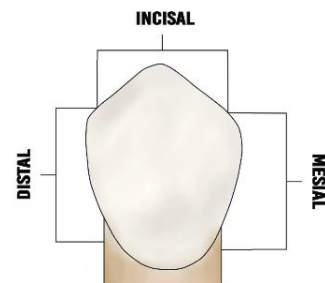


Figura 1 Superficie labial del canino mandibular derecho [15].

Con respecto a los distintos instrumentos de medición usados, pueden ser considerados invasivos para los pacientes y/o voluntarios que se someten a la investigación (Figura 2).

Se propone desarrollar una metodología que incorpore el uso de la tecnología 3D, la herramienta KBE y programación paramétrica en un modelador de sólidos, para identificar el género, haciendo uso del Índice canino mandibular, (IMC): razón entre el diámetro mesiodistal canino y la distancia intercanina, [14,16] permitiendo disminuir el error que el proceso actual acumula, además de evitar la invasión en la cavidad bucal con instrumentos de medición [16].



Figura 2 Medición diámetro mesiodistal.[19]

3. Metodología y materiales

El método propuesto consiste en la digitalización y medición del IMC a través de modelos dentales virtuales y auxiliado por las herramientas que ofrece CATIA V5, creando programas con Visual Basic Script (VBS). Con el fin de acelerar y automatizar la tarea de medición de las distancias intercanina y del diámetro mesiodistal, utilizadas en el método IMC (Figura 3).

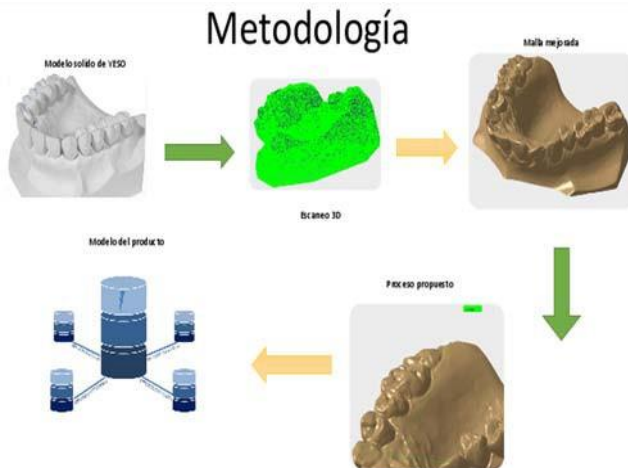


Figura 3 Metodología propuesta para realizar el proceso.

3.1 Generación del modelo físico

El proceso se inicia con la obtención de la impresión dental en yeso del paciente o voluntario, esta impresión se suele realizar durante el tratamiento dental en diversos consultorios, para valorar el estado en el que se encuentran las piezas dentales.

3.2 Proceso de escaneo

El proceso de escaneo implica el uso de una computadora, la cual cuenta con características mínimas que favorecen la digitalización de sólidos; CPU 2GHZ dual-core. 32 bits y 2GB memoria RAM.

Con el escáner 3D se obtiene una nube de puntos inicial, la cual es un conjunto de puntos distribuidos en una región 3D, y describe la geometría del modelo dental. El escáner usado, cuenta con una razón de medición de 300,000 puntos por escaneo, resolución de 0.08 mm, distancia focal 300 mm, campo de visión 124 x 120 mm.

Se propone utilizar una densidad mínima en la nube de puntos, mayor a los diez mil puntos por centímetro cuadrado y controlar la escala después de la digitalización

En caso de tener una densidad menor se obtendrán vacancias en el proceso de triangularización de la malla o mesh, mallas incompletas modificarán la geometría original y por lo tanto se generarán errores en el proceso de medición (Figura 4).

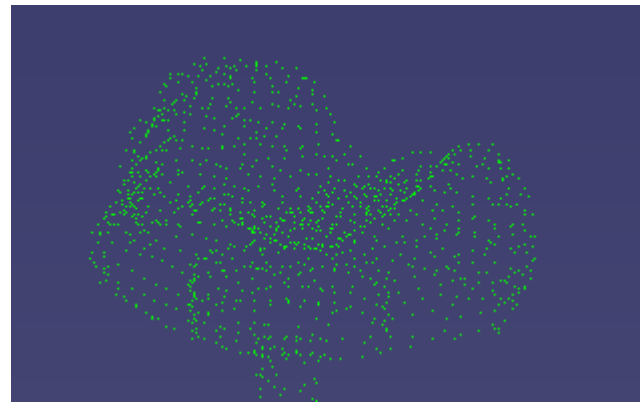


Figura 4 Nube de puntos modelo incompleta.

Para la determinación de la nube de puntos se llevó a cabo diversos escaneos, se encontró que, al utilizar los valores recomendados por el fabricante, 0.5 mm de distancia entre puntos, se obtenía una nube de puntos incompleta, al disminuir la distancia entre puntos a 0.001 mm, mejoraba la calidad, pero aumentaba el tiempo de procesamiento. A partir de lo anterior, se determinó que la mejor relación densidad/memoria está definida, por 0.01 mm de distancia entre puntos.

3.3 Modelado geométrico

El modelado geométrico se realiza en el módulo Shape - Digitized Shape Editor de CATIA. A partir de la importación de la nube de puntos, utilizando el formato STL en milímetros y del tipo agrupado, se genera la triangularización.

Está se basa en la generación de aristas, a partir de la nube de puntos siguiendo criterios geométricos, tales como ángulos menores o iguales a 180°, el valor sag máximo definido es de 10%, permitiendo reducir el número de triángulos generados, pero respetando la geometría del modelo.

Dado que en la malla original se presentan agujeros es necesario realizar el reproceso a la malla, aumentado la cantidad de triángulos, lo que trae como consecuencia exceso de triángulos y la deformación de estos.

Los errores a corregir son triángulos corruptos, que comparten al menos un vértice, triángulos duplicados, orientación inconsistente, es decir, la normal de algunos triángulos apunta al reverso de los triángulos contiguos y bordes Non-manifold donde las aristas forman parte de más de dos triángulos.

3.4 Automatización del proceso de medición

Una vez que se resuelven los problemas estructurales, se utiliza la herramienta computacional desarrollada con VBS llamada "Medición y generación de Índice", la cual se incorpora a CATIA como una barra de herramientas nativa del sistema (Figura 5).

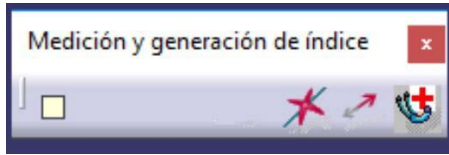


Figura 5 Barra de herramientas creada e incorporada en CATIA.

- Creación de punto



Para determinar los puntos a usar, se utiliza un conjunto de comandos asociados al ícono  con el cual se sitúa el cursor en un lugar en específico de cada uno de los caninos, de tal manera que la herramienta computacional programada determina el centroide del triángulo, a partir del cual se crea un punto (Figura 6).



Figura 6: Generación de puntos en caninos

- Medición de la distancia Intercanina

El ícono  tiene asociada la programación para desplegar una ventana de diálogo que solicita al usuario la identificación de los puntos a utilizar, y así determinar y mostrar el valor de distancia entre los caninos (Figura 7).

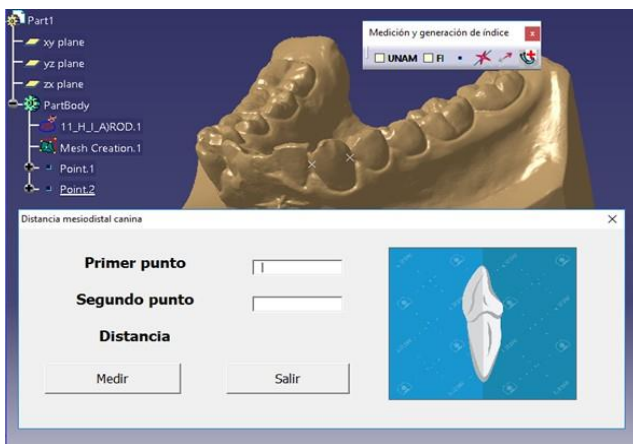


Figura 7: Selección de puntos creados.

- Medición de la distancia mesiodistal canina y obtención de IMC.


Con el desarrollo de la programación asociada al  ícono se muestra la ventana que solicita de los puntos a utilizar y el valor de la medición mesiodistal canina (Figura 8).



Figura 8: Obtención de la distancia mesiodistal canina.


Finalmente, la programación embebida en el  ícono calcula la razón IMC como se muestra en la figura 9.



Figura 9 Resultado final del proceso.

A continuación, se muestra el código para determinar la distancia mínima entre dos puntos cualesquiera.

```
Sub CATMain()
Dim partDocument1 As PartDocument Set partDocument1 = CATIA.ActiveDocument
Dim part1 As Part
Set part1 = partDocument1.Part Dim hybridShapeFactory1 As HybridShapeFactory
Set hybridShapeFactory1 = part1.HybridShapeFactory Dim bodies1 As Bodies
Set bodies1 = part1.Bodies
Dim relations1 As Relations
Set relations1 = part1.Relations
Dim form ula1 As Formula
```

```
Set formula1 =relations1.CreateFormula("Formula.2", "  
", length1, "distance( PartBody\Point.3` ,  
`PartBody\Point.4`)" )  
formula1.Rename "Distancia"  
lblSalida = length1.ValueAsString  
'MsgBox (length1.ValueAsString)
```

4. Resultados

A través del desarrollo de la herramienta se logró determinar el Índice Mandibular Canino de una muestra, la razón obtenida es de 0.258 que al compararse con el IMC estándar peruano identifica la muestra a un individuo de sexo femenino con una edad que oscila entre los 27 a 45 años de edad [17].

Dado que no se encontró en la literatura el IMC estándar mexicano, según Ávila en el caso de Latinoamérica, existe una evidente y aguda escasez de datos de este tipo [18], por lo que se decidió utilizar el IMC peruano debido a la semejanza antropométrica latinoamericana.

Se logró automatizar el proceso de escaneo 3D, digitalización y medición de la nube de puntos.

5. Conclusiones

El trabajo muestra la implementación de herramientas computacionales dentro del ambiente CATIA, para la automatización de una tarea de diseño e interactúa con la base de datos del software.

La implementación permitió asistir al método odontométrico para determinar el IMC, proporcionando una alternativa a los métodos tradicionales. Especialmente cuando se requiere determinar la identidad y sólo se cuenta con fragmentos del cuerpo humano.

La automatización del método no sólo ahorra tiempo, también incrementa la densidad de la nube de puntos influyendo en la calidad de la malla y reduciendo la posibilidad de errores humanos.

El trabajo interdisciplinario entre ingeniería y ciencias forenses es capaz de integrar conocimiento para obtener valoraciones objetivas y profesionales.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo recibido por el Laboratorio de Antropología y Odontología Forense de la Facultad de Medicina de la UNAM, para la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Rajesh Pansare, Manoj Palsodkar, Macros in Catia to Read Values from MS Excel, A Tool for Automaton, International Journal of Innovative and Emerging Research in Engineering Volume 3, Special Issue 1, ICSTSD 2016 448.
- [2] Rahul Kumbhar, et al, Customization of Catia V5 for Creating Different Types of Holes on Disc Wheel, 2014, ISSN: 2278-0181, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 3 Issue 5, May – 2014.
- [3] Torres M. V.H. Tesis doctoral, Incorporación de metodologías y herramientas para alcanzar el diseño integrado por ordenador, UPM, España, 2013.
- [4] Xianguang Kong, Yuanying Qiu, Jiantao Chang, Research and Implementation of CATIA Tool Integration Technology Based on CAA, School of Mechano-electronic Engineering, Xidian University, 187#Xi'an,710071, P.R.China.
- [5] Parekh Dhara et al. "Study Of Mandibular Canine Teeth Dimorphism In Establishing Sex Identity In Gujarat Region, Government Medical College", 2011.
- [6] Raandeep S Narang et. al. "Sex determination by mandibular canine index and molar odontometrics: A comparative study", 2014.
- [7] R. Peckmann Tanya "Determination of sex from the patella in a contemporary Spanish population", Journal of Forensic and Legal Medicine, 2016.
- [8] JM Juran, Manual del control de calidad. Editorial Reverté, 2005.
- [9] Rubio Jiménez, Segura-Egea JJ. "Los genes homeobox y la morfodiferenciación dentaria: a propósito de un caso de anomalías dentarias asociadas". 1999; XI: 111-6.
- [10] Aggarwal Bindu et al. "Comparative analysis of clinical and experimental methods for determination of sexual dimorphism of mandibular canines". Journal of Forensic and Legal Medicine, 2016 20-23.
- [11] Parekh Dhara et al. "Study Of Mandibular Canine Teeth Dimorphism In Establishing Sex Identity In Gujarat Region, Government Medical College", 2011.
- [12] Tejado Sebastián José María. "Escaneado en 3D y prototipado de piezas arqueológicas: las nuevas tecnologías en el registro, conservación y difusión del patrimonio arqueológico", 2005.
- [13] Pritam Panja et al. "Gender Determination: A view of forensic odontologist". Indian Journal of Forensic Medicine and Pathology, 2011.
- [14] Moorrees CFA, Thomsen SO, Jensen E, Kai-Jen Yen P. "Mesiodistal crown diameters of the deciduous and permanent teeth in individuals." 1957.
- [15] Berioska Marquina Nina. "Eficacia del método índice canino mandibular para la determinación del sexo en la identificación forense", 2014.
- [16] Chang M, Park SC. "Range data simplification for reverse engineering". The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2009.

- [17] Verónica G, Carlos S. “¿Son los índices caninos mandibular y maxilar herramientas fidedignas para la determinación del sexo?”. Actas Odontológicas, Universidad Católica de Uruguay.
- [18] Rosalío A, Lilia P, Elvia G. “Dimensiones antropométricas de población latinoamericana”. Universidad de Guadalajara. 2007.
- [19] Rajbir K, Keya S, Dilpreet S. “Four odontometric parameters as a forensic tool in stature estimation”. Journal of Forensic Dental Sciences.2015.