

Propuesta para el Diseño de una Interfaz Dirigida por Voz Aplicada a Vehículos Autónomos.

Fabian Navarrete Rocha, José Antonio Trejo Carrillo, Eduardo de Ávila Armenta, Viviana Chora López, Isaac Fabián Nava Vázquez, Lorena Espinoza Bermúdez, Javier Saldívar Pérez, Estefani Esquivel Cordero

Laboratorio de software libre

Av. de la Juventud 504, Barros Sierra, La Encantada, 98090, Zona A,
La Encantada, 98090 Zacatecas, Zac.

Ana Luisa Hernández Gutiérrez, Ana Lourdes Borrego Elías, Nadia Garibay Rendón, Lorena Raquel Casanova Luna,

Centro de Investigación e Innovación Automotriz de México (CIAM)
Ramón López Velarde 801, Zacatecas Centro, 98000 Zacatecas, Zac.

Miguel Ángel Fraire Hernández, Luis Alberto Flores Chaires, Hugo Pineda Martínez, Abraham Najjar Enríquez

IGA, Instituto de Graduados en Administración
Avenida Universidad 137, Lomas del Patrocinio, 98060 Zacatecas, Zac.

Margarita Selene Salazar Ávila

Centro de Investigación para la Administración Educativa
Independencia 1100, Centro, 78000 San Luis, S.L.P.
Av. Cerro del Padre 907, Zacatecas, Zac.

Abubeker Gamboa Rosales

Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas (UTZAC)
Km 5, Carretera Zacatecas, 98601 Cuauhtémoc, Zac.

César Gamboa Rosales

Universidad Aeronáutica en Querétaro
Carr. Querétaro-Tequisquiapan, Coyote, Qro.



Resumen — El sector de la automoción es un sector muy dinámico, que no cesa en su momento de innovación tecnológica debido a la alta competencia y tener un mercado bastante estable, debido a la continua necesidad de renovar los vehículos de vez en cuando, ya sea por un objetivo de necesidad o por una auto-convicción subjetiva generalmente producida por la moda, y alentada por ese sentido de "auge tecnológico", que el sector aporta continuamente.

Keywords — *Diseño Centrado En El Usuario, Autónomo, Procesamiento De Voz.*

I. INTRODUCCION

La industria de la automoción es un sector líder en el avance tecnológico, aunque eso sí, la aplicación de sus

avances en la producción masiva de vehículos de consumo está muy limitada por el factor económico, dado que existe una fuerte competitividad global entre las grandes multinacionales. Esta competitividad, que esencialmente es

económica, puede desglosarse en varios aspectos. Por una parte está el coste final del producto en sí mismo, pero también deben valorarse aspectos económicos tales como los derivados de la utilización del mismo, de la fiabilidad de los elementos comunes y del propio motor, así como los derivados del incremento de valor por las expectativas ofrecidas.

Por la tendencia actual de las preferencias del automovilista, se observa un considerable aumento por el interés por la facilidad del uso del automóvil, incluso el deseo de que éste sea lo más autónomo posible para descargar de fatiga y atención durante la conducción.

Pero en la actualidad se está muy lejos de llegar a una independencia total del factor humano, tanto por el propio estado de la tecnología actual como por el grado de fiabilidad que estos últimos avances proporcionen real y legalmente.

La progresiva automatización de los vehículos tiene como objetivo disminuir la carga de trabajo sobre el conductor que la conducción requiere, y conseguir con ello, reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes, debidos a una situación en la que el conductor pueda ver comprometidas sus capacidades para realizar dicha tarea. En este contexto y sin profundizar en cuestiones más o menos técnicas que puedan poner en entredicho la definición general más comúnmente usada en la actualidad, un vehículo autónomo es aquel capaz de emular las capacidades humanas de manejo y conducción.

II. MARCO TEÓRICO

Podemos considerar los años 20 del siglo pasado como el inicio de la automatización vehicular. El ocho de diciembre de 1926 el Sentinel de Wisconsin [1], [2], [3], recogía la noticia de un coche “fantasma” autoconducido de la marca Achen Motor que recorrería las calles de Milwaukee encendiendo su propio motor, girando el volante, embragando o accionando el claxon. Este acontecimiento anecdótico dio paso a una etapa de automatización donde mediante elementos mecánicos se reemplaza el esfuerzo humano.

Los siguientes avances fueron la electrónica, la robótica y las tecnologías de la información. Estos desarrollos permiten introducir lógicas simples y detección del entorno mediante sensores. John McCarthy, precursor de la inteligencia artificial, plantea a finales de los años 60 en Computed Controlled Cars [2],[3], [4], [5], la construcción de un “chofer automático” que controla el coche en función de las imágenes producidas por cámaras de video que posee el coche.

En la actualidad el abaratamiento de costes y el perfeccionamiento de la tecnología han permitido dotar a los vehículos de avances tales como la inteligencia artificial o sensores LIDAR12. Estos avances suponen un gran progreso y múltiples empresas han comenzado una carrera en la construcción de vehículos autónomos. Primordialmente, el esfuerzo se había centrado en la industria de la agricultura (tractores y cosechadoras autónomas) y logística (camiones

semiautónomos) pero en la actualidad parece que el sector de consumo es el que ha tomado protagonismo.

Los coches autónomos han heredado los controles y su posicionamiento de los vehículos convencionales para que los usuarios puedan reutilizar su conocimiento previo. El cuadro de mandos ahora tiende a ser una pantalla digital representando en una pantalla velocímetro y tacómetro analógicos. También existe un área en la guantera, entre los dos asientos, que ha sido habilitada en algunos casos con pantallas táctiles. Pero no se ha integrado de forma sistemática el control por voz [6], [7], [8], [9].

III. METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN

En el presente trabajo se busca realizar un análisis de la situación actual de los vehículos autónomos y de cómo está implementada la interacción con el usuario. También se llevará a cabo un análisis de la situación actual de las interfaces de usuario basadas en voz. A partir de dichos análisis se buscan soluciones basadas en voz para ser aplicadas a la industria de los vehículos autónomos. En la Figura 1 se observa gráficamente el procedimiento para seguir un Diseño centrado en el usuario de manera correcta [3], [10], [11], [12], [13].

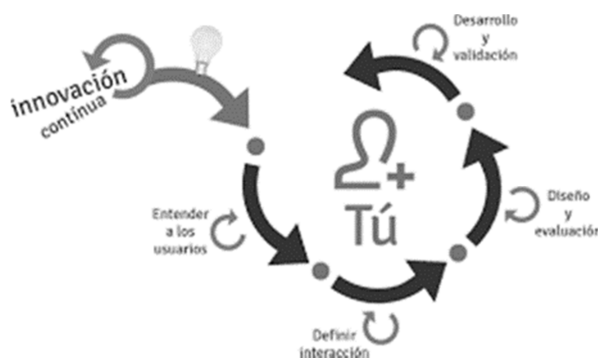


Fig. 1 Metodología del Diseño Centrado en el Usuario

El Diseño Centrado en el Usuario es una filosofía de diseño que tiene por objeto la creación de productos que resuelvan necesidades concretas de sus usuarios finales, consiguiendo la mayor satisfacción y mejor experiencia de uso posible con el mínimo es-fuerzo de su parte [14], [15], [16], [17].

Toma forma como un proceso en el que se utilizan una serie de técnicas multidisciplinarias y donde cada decisión tomada debe estar basada en las necesidades, objetivos, expectativas, motivaciones y capacidades de los usuarios [18], [19].

La mayoría de los procesos que hacen Diseño Centrado en el Usuario suponen las siguientes etapas:

- Conocer a fondo a los usuarios finales, normalmente usando investigación cualitativa o investigación cuantitativa.

- Diseñar un producto que resuelva sus necesidades y se ajuste a sus capacidades, expectativas y motivaciones.
- Poner a prueba lo diseñado, normalmente usando test de usuarios [20], [21], [22].

El trabajo parte de un análisis actual dado que los coches completamente autónomos (nivel 4 y 5 SAE) todavía no son una realidad de nuestra sociedad es complejo analizar cómo estos funcionan o funcionarán. Existen documentos académicos sobre determinados aspectos de los vehículos autónomos, pero debido al gran avance y a la naturaleza generalmente privada y hermética de éstos no es posible limitar la información al ámbito académico, [23], [24], [25], [26].

La propuesta se desarrolla con la idea principal de que la interacción se desarrolle a través del sonido. El usuario se comunica con el vehículo mediante su voz y el vehículo con el usuario gracias a voces generadas así como la emisión de sonidos en forma de alertas. En ocasiones puntuales como el proceso de configuración o la muestra de errores severos, es necesario otro soporte de interacción con el usuario.

La entrada del sistema es la propia voz del usuario que es recogida por un micrófono y procesada por un pequeño ordenador a bordo del vehículo. Este pequeño ordenador a través de técnicas de Inteligencia Artificial procesa la entrada e interactúa con el vehículo o con recursos externos en caso de ser necesario, [27], [28], [29], [30].

En este trabajo se plantean dos niveles de interacción. A continuación, se describe el punto de vista de interacción desde el punto de la Inteligencia Artificial.

Nivel 0

Cada entrada se identifica con una Acción. Es la más simple de las interacciones y por ello es concisa y requiere de precisión.

Nivel 1

El usuario interactúa con el vehículo a través de frases sencillas que están preestablecidas. El vehículo es capaz de identificar frases similares si no existe una coincidencia exacta [6], [31], [32], [33], [34].

En primer lugar, las características de las interfaces dirigidas por voz resultan muy específicas. Aunque la interacción es rápida podría no ser suficientemente rápida en el desarrollo de algunas tareas debido a las latencias, que pueden ser tanto del usuario al ejecutar una petición como el tiempo de procesamiento o incluso de red si fuera necesario, con lo que se descarta la implementación de funcionalidades como la frenada de emergencia con esta interfaz. Este sistema es especialmente exitoso para peticiones complejas o poco claras ya que se simplificarán mediante inteligencia artificial o se realizarán sugerencias [35], [36].

Si el reconocimiento de voz y síntesis de voz funcionara de manera continua se podrían producir efectos no deseados ya sea por interpretar una conversación dentro del vehículo como una petición al propio coche o por interpretación de ruidos como palabras humanas [37], [38].

Este problema se ha solucionado tradicionalmente con una palabra para despertar (wake word) por lo que será necesario implementar dicha palabra para interactuar con el sistema. Es igualmente importante poder activar o desactivar la síntesis de voz ya que esto podría afectar a las actividades que estén realizando los usuarios y acabar siendo molesto. Adicionalmente se podría reemplazar esta activación del reconocimiento de voz y de la síntesis de voz mediante dos botones físicos. De esta forma la activación del sistema sería más rápida y podremos seguir utilizando la voz para realizar acciones como una conversación cotidiana con el resto de los pasajeros [7], [8], [39], [40].

Los vehículos autónomos por lo general se conducen de forma manual y es necesario activar el modo de conducción automática explícitamente para que éste conduzca de forma automática. Los vehículos autónomos realizan una transición suave desde el modo manual al automático y viceversa por lo que cuando el usuario quiere rectificar una acción del vehículo no resulta en un cambio brusco.

Al analizar vídeos en donde la gente se le ofrece la oportunidad de probar estos vehículos se puede apreciar que los usuarios no saben cómo interactuar con el coche. El volante comienza a girar solo y ellos no saben si deben seguir agarrándolo o qué movimiento realizar. Dado que no se asimila a ninguna otra experiencia previa los usuarios que contemplan cómo que el coche tiene “vida propia” comienzan a hablarle como si realmente se tratara de otro ser. Le dicen “Gracias” o le preguntan al conductor del test qué es lo que tienen que hacer. Aparentemente la forma natural de interacción es mediante la voz [41], [42].

Después de analizar estos videos, y observar la experiencia del usuario entre un vehículo convencional y un vehículo autónomo se pudo observar que esta interacción está orientada a dos diferentes niveles de detalle [7], [8], [9].

En el primero el conductor interactúa constantemente con el vehículo girando el volante y los pedales principalmente y eventualmente con otros elementos como la radio, climatización etc; [43], [44], [45]. En el segundo caso la interacción es menos detallada y se le indica al vehículo una intención que este posteriormente resuelve: “Quiero ir a mi casa” o “Enciende la radio”.

Propuesta de Diseño

Se plantean dos niveles de interacción que pueden funcionar para los casos anteriormente mencionados (niveles de autonomía).

Comandos - Nivel 0

Es el nivel de abstracción más sencillo. Existe un mapeo 1:1 entre comandos y acciones a realizar. Es un automatismo complejo. El vehículo no realiza acciones de forma autónoma. Un ejemplo de interacción sería “Sube la ventanilla”

Interfaz Conversacional - Nivel 1

Es una interfaz conversacional cargada de inteligencia artificial. Este nivel podría reemplazar a un asistente personal con el que interactuar de forma más humana. Un ejemplo:

- Tengo calor
- ¿Quiere que suba la ventana?
- Si

Estos niveles de abstracción son configurables dependiendo de la experiencia que elija al usuario. Se tomara como referencia para el estudio la Interfaz conversacional (Nivel 1) dado que es la más compleja y que puede producir una experiencia más inmersiva.

La propuesta del prototipo se activara mediante un botón pulsador o una palabra pa-ra “despertar al sistema” la cual podrá ser configurable. La propuesta de este prototipo pretende utilizar “tres asistentes”, donde cada uno de ellos tendrá una voz diferente, así como diferente funcionalidad. Los asistentes propuestos se listan a continuación:

- **Asistente de viaje.-** Tendrá como función principal de controlar el vehículo, recoger las diferentes peticiones del usuario relativas al destino y al condicionamiento del vehículo.
- **Mecánico.-** Sera el encargado de informar al usuario el estado actual del vehículo. Estado de la batería, capacidad de carga o depósito de gasolina, nivel de presión de los neumáticos etc. Como un extra se pretende que el “Mecánico” también pueda recoger peticiones avanzadas como el ajuste de suspensión.
- **Informador.-** Su función será el de informar al usuario sobre el contexto exterior del vehículo y se le podrá pedir información general.

Cada uno de los roles posee diferente conocimiento y vocabulario que influirá en la propia interacción.

Seguridad

La propuesta de prototipo tiene como prioridad la seguridad del vehículo y primordialmente la de sus ocupantes por lo que no realiza acciones que pudieran cuestionar la seguridad. Por ejemplo no ejecutará la acción de apagar el motor o abrir las puertas cuando el coche se encuentre en movimiento. Si algún sensor dejara de funcionar o el vehículo no supiera cómo responder, éste solicitará al usuario que tome el control del vehículo, seguido de una cuenta regresiva tras la cual se desactivara la conducción automática.

Integración

Para la integración de la propuesta se tiene planeado realizar un aumento a la interfaz con la que ya cuentan los vehículos y darle ese extra. Esto también puede llegar a ser un inconveniente ya que la mayoría de estas interfaces son cerradas y no permiten su modificación, es por eso que también se tiene contemplado la integración en un sistema externo el cual sea compatible con la interfaz principal.

Entradas

La principal entrada con la que contara el sistema deberá ser la de activación del Sistema de reconocimiento de voz, así como las diferentes frases u órdenes que se digan en voz alta.

Salidas

La principal salida de la interacción serán voces generadas por síntesis de voz. Puesto que tienen que coexistir diferentes roles es crucial que no se solapen sus voces produciendo ruido. Para ello deberán de turnarse para comunicarse con el usuario y que no se pierdan los mensajes. Adicionalmente a las voces, se propone distintas alertas sonoras que informen de diferentes situaciones.

IV. EVALUACION Y RESULTADOS

Análisis de Usabilidad

Para el Análisis de Usabilidad de la propuesta se pretende realizar un análisis heurístico bajo los principios heurísticos de Nielsen. Aunque el objeto a tratar no es un producto web los principios se adecuan al contexto. Y de esta manera es posible adaptar las acciones como "mostrar" al contexto de la voz.

Cada principio heurístico se analiza y se relaciona en el contexto de la propuesta.

Visibilidad del estado del sistema.

El estado del sistema se puede solicitar en cualquier momento. Así mismo si el estado del sistema se encuentra en un estado peligroso, o que requiere algún tipo de intervención humana también se muestra dicho estado a partir de sonidos identificables a estados.

Se muestra información también de forma visual justificando las acciones que se realizaran a continuación. No es viable incluir esta información por voz ya que ocuparían constantemente todo el escenario sonoro imposibilitando su utilización.

Adecuación entre el sistema y el mundo real.

Este punto podría ser conflictivo ya que existen multitud de diversidades culturales y los lenguajes y palabras son diferentes en todas ellas por lo que no sería posible satisfacer a todas las personas, pero se deberá de tratar cubrir un amplio campo.

Dado que el vehículo debe de satisfacer a todas las personas, la alternativa pasa por la normalización. En el mundo real la gente no utiliza palabras como

"estacionamiento" o "claxon" pero sí que lo hace el reglamento de circulación. Este último aproximamiento es el que se ha realizado buscando un lenguaje neutro y fácilmente alcanzable por todas las personas.

Libertad y control por parte del usuario.

Aunque el usuario es libre de repetir conversaciones o revertir las consecuencias, actualmente no es posible cancelar una conversación una vez que se ha iniciado. Ésta podría ser una debilidad desde el punto de vista de la usabilidad. En las interfaces de voz más extendidas no existe una solución común para detener los comandos de voz. Una solución aplicable sería mimetizar el comportamiento humano en que cuando una persona detiene el habla se interpreta que se ha confundido y comienza una nueva oración.

Prevención de errores.

Dado que la interfaz de voz no bloquea los actuadores mecánicos, existe el problema de poder llegar a no bloquear el vehículo. En el caso de que se produzcan errores éstos no realizan acciones de corrección, sino que se muestran de forma informativa.

Reconocimiento antes que recuerdo.

El sistema de interacción por voz se apoya para esta tarea en sistemas visuales que producen menor cansancio físico ya que es opcional buscar dicha información con la mirada y alternarla con otra información. Podría llegar a plantearse como un problema en sí mismo si solo se dispusiera de la plataforma sonora. También en la medida de lo posible la interacción se intentara diseñar de formar similar a la interacción humana.

Flexibilidad y eficiencia en el uso.

Se contempla la posibilidad de acortar las conversaciones o realizar frases más largas que resulten más cómodas. En cualquier caso el usuario tiene la decisión de elegir cuál es su interacción.

Diseño estético y minimalista.

La interacción se diseñara contemplando comportamientos más complejos y de esta manera hacer más realista la interacción.

Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores.

Los usuarios serán capaces de identificar los errores y determinar qué acción fue la que los originó. De nuevo en algunos casos complejos será necesario apoyarse en un sistema visual en el que mostrar información relativa al error y si es el sistema de síntesis de voz el que falla.

V. CONCLUSIONES

Se plantea una solución basada en interfaces de voz con objetivo de mejorar la experiencia de los usuarios en los vehículos autónomos. Dicha propuesta será capaz de trabajar con diferentes niveles de interacción ajustables por el usuario. El nivel más avanzado o la

etapa más completa que se pretende desarrollar cuenta con diferentes roles (asistentes) para contextualizar las interacciones. El vehículo autónomo toma las decisiones en función de objetivos y prevalece la seguridad como prioridad.

Como resultado del análisis de la propuesta se han detectado diferentes nichos a explotar en la convergencia planteada en este trabajo: El potencial de mercado en personas que no pueden conducir en la actualidad, pero sí que podrían con un vehículo de nivel 5 de autonomía que no requiera de conductor. Además de la personalización de la experiencia (roles, servicios externos, idiomas, etc) para diferentes personas y servicios (vehículo propio, alquiler de vehículo, taxi autónomo etc). Así mismo se han identificado necesidades a satisfacer que no han abordadas aun en esta propuesta por su complejidad.

La investigación necesaria para el desarrollo de esta propuesta me ha ayudado a asentar los conocimientos aprendidos durante el estudio en la materia de Human Machine Interface, principalmente las relacionadas con el perfil de Usabilidad e Interfaces (Comportamiento de usuarios, Usabilidad y Diseño de interacción). Además de aprender las características tanto de la investigación, así como de la edición de documentos académicos. Y con el desarrollo de esta propuesta pude poner en concepto la basta participación de distintas disciplinas para llegar a un fin en común de la usabilidad y accesibilidad que pueden aplicarse a diferentes medios y soportes.

REFERENCIAS

- [1] The Milwaukee Sentinel (8-12-1926). 'Phantom auto' will tour city. Obtenido de Goo-gle News: <https://news.google.com/newspapers?nid=1368&dat=19261208&id=unBQAAAAIAIAJ&sjid=QQ8EAAAAIAIAJ&pg=6190,3634062>
- [2] John McCarty (1968). Computer Controlled Cars. Obtenido de Universidad de Stan-ford: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/progress/cars/cars.html>
- [3] "User-Centered Design Basics | Usability.gov", Usability.gov, 2018. [Online]. Available: <https://www.usability.gov/what-and-why/user-centered-design.html>. [Accessed: 08- Jan- 2019]
- [4] Revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe, 2011. [Online]. Available: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sistem/article/download/5639/4888>. [Accessed: 10- Jan- 2019]
- [5] Mónica Zapata Lluch. UOC. Métodos de evaluación sin usuarios. http://materials.cv.uoc.edu/daisy/Materials/PID_00176621/pdf/PID_00176613.pdf [Accessed: 10- Jan- 2019]
- [6] "J3016: Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems - SAE International", Sae.org, 2014. [Online]. Available: https://www.sae.org/standards/content/j3016_201401/. [Accessed: 06- Jan- 2019]
- [7] "Automated driving, self-driving cars, human machine interface at Continental", YouTube, 2017. [Online]. Available:

<https://www.youtube.com/watch?v=xBICfWQbXiE>.

[Accessed: 13- Jan- 2019]

- [8] C. M. Vest, *Holographic Interferometry*, (John Wiley & Sons, New York, 1979).
- [9] R. Deans, *The Radon transform and some of its applications*, (John Wiley & Sons, New York, 1983).
- [10] E. De La Rosa, L. Berriel, E. Gonzalez, D. Alaniz, T. Saucedo, J. Villa, V. Torres, V. Castaño "An alternative approach to the tomographic reconstruction of smooth refractive index distributions", *J. Europ. Opt. Soc. Rap. Public.* 8, 13036 (2013).
- [11] Kreis Thomas, *Handbook of Holographic Interferometry*, (WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Bremen Germany, 2005).
- [12] F. Boudaoud and M. Lemerini, "Using a Mach-Zehnder interferometer to deduce nitrogen density mapping", *Chin. Phys. B.* 24, 075205 (2015).
- [13] E. de la Rosa Miranda, L. R. Berriel Valdós, E. González Ramírez, C. A. Olvera O., T. Saucedo Anaya, J. G. Arceo Olague, I. de la Rosa Vargas, "Fast flame temperature estimation using a point diffraction interferometer and non-negative least square method", *OPTIMESS*, Antwerp Belgium, 52 (2015).
- [14] E. de la Rosa, E. Gonzalez, J. G. Arceo, J. J. Villa, I. de la Rosa, T. Saucedo, L. R. Berriel, and N. Escalante, "Phase Unwrapping using Chebyshev Polynomials, *Proc. of SPIE.* 8785, 8785BA-1 (2013).
- [15] M. Takeda, H. Ina, S. Kobayashi, Fourier-transform method of fringe-pattern analysis for computer-based topography and interferometry. *J. Opt. Soc. Am. A.*, 72, 156-159 (1982).
- [16] Morales-Mendoza, L., Vázquez-Bautista, R., Morales-Mendoza, E., Shmaliy, Y., & Gamboa-Rosales, H. A new recursive scheme of the unbiased FIR filter to image processing. *Procedia Engineering*, 35, 202-209 (2012).
- [17] Nandal, A., & Rosales, H. Enhanced image fusion using directional contrast rules in fuzzy transform domain. *Springerplus*, 5(1) (2016).
- [18] Morales-Mendoza, L., Gamboa-Rosales, H. and Shmaliy, Y. (2013). A new class of discrete orthogonal polynomials for blind fitting of finite data. *Signal Processing*, 93(7), pp.1785-1793.
- [19] Mohammad Ali Nematollahi, Chalee Vorakulpipat, Hamurabi Gamboa Rosales, "Image Watermarking". August 2016. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-2095-7_4
- [20] H. Rosales, I. Varga, R. Reyna Ros, O. Chavez, S. Delgado and R. Reyna, "Concatenation point optimization by principal component analysis", *DIFU100ci@*, no. 6, pp. 7-13, 2012.
- [21] Edgar Alvarado-Méndez, Miguel Torres-Cisneros, Oscar G. Ibarra-Manzano, José A. Andrade-Lucio, R. Rojas-Laguna, C. Crispin Garcia-Teran, JM Estudillo-Ayala, B. González-Rolon, JA Alvarez -Jaime, H. Gamboa-Rosales, H. Zavala-Fernández, Rubén Ramos-García, "Conmutación totalmente óptica por reflexión interna total en interfaz no lineal de (2 + 1) haces D en SBN61: Ce," *Proc. SPIE 4833*, Aplicaciones de la tecnología fotónica 5, (17 de febrero de 2003)
- [22] A. Nandal, H. Rosales and N. Marina, "Modified PCA Transformation with LWT for High-Resolution based Image Fusion", Springer, 2018.
- [23] Amita Nandal, Hamurabi Gamboa-Rosales, Arvind Dhaka
Jose M. Celaya-Padilla, Jorge Issac Galvan-Tejada, Carlos Eric Galvan-Tejada, Francisco Javier Martinez-Ruiz, Cesar Guzman-Valdivia. "Image Edge Detection Using Fractional Calculus with Feature and Contrast Enhancement". January 2018.
- [24] H. Rosales, O. Jokisch and R. Hoffmann, "Bayes Optimal Classification for Corpus-Based Unit Selection in TTS Synthesis", *Proc. V Jornadas en Tecnología del Habla (VJTH)*, no. 1, pp. 141-144, 2008.
- [25] Rosales, H., -Mendoza, L. and Shmaliy, Y. (2013). Unbiased impulse responses-A class of discrete orthogonal polynomials. *ICIC Express Letters*, [online] (Vol. 7), pp.2005-2010.
- [26] Nandal, A., Dhaka, A., Rosales, H. G., Marina, N., Tejada, J. I. G., Tejada, C. E. G., Baez, A. M., Padilla, J. M. C. Y Garcia, H. L., "Sensitivity and Variability Analysis for Image Denoising Using Maximum Likelihood Estimation of Exponential Distribution", Springer US, 2018.
- [27] S Ibarra Delgado, J Flores Troncoco, H Gamboa Rosales, R Soule de Castro. "Algoritmo para la deteccion de zonas poco texturizadas en imagenes reales, para su uso en sistemas de vision estereoscopica". 2013.
- [28] Galván-Tejada, J. I., Arceo-Olague, J. G., Luna-García, H., Gamboa-Rosales, H., Celaya-Padilla, J. M., Zanella-Calzada, L. A., Magallanes-Quintanar, R., & Galván-Tejada, C. E. General Linear Models for Pain Prediction in Knee Osteoarthritis: Data from the Osteoarthritis Initiative. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 39(1), 29-40 (2018).
- [29] Padilla, J., Tejada, C., Monteagudo, F., González, O., Báez, A., Torteya, A., Tejada, J., Olague, J., García, H. and Rosales, H. (2018). [PDF] de mdpi.com Speed bump detection using accelerometric features: a genetic algorithm approach. *Sensors*, [online] (Vol. 18), p.443.
- [30] Tejada, C., Calzada, L., Tejada, J., Padilla, J., Rosales, H., Veloz, I. and Fierro, M. (2017). Multivariate Feature Selection of Image Descriptors Data for Breast Cancer with

- Computer-Assisted Diagnosis. Diagnostics, [online] (Vol. 7), p.9. [24] Gómez, M. A. H., Reyna, R. O., Reyna, R. O., Chávez, O. V., Rosales, H. G., Romero, C. A. R., Sánchez, M. A. N. Y Sáncchz, E. G."Development of Applications for Laboratory of Digital Signal Processing based on the TMS320C6713 DSK of Texas Instruments", INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED ELECTRONICS, pp. 98-103, 2015.
- [31] Nematollahi, M., Vorakulpipat, C., & Gamboa Rosales, H. Digital watermarking. Singapore: Springer Science+Business Media. (2017).
- [32] Olivera, R., Olivera, R., Vite, O., Gamboa, H., Navarrete, M., & Rivera, C. (2016). Application of the Three State Kalman Filtering for Moving Vehicle Tracking. IEEE Latin America Transactions, 14(5), 2072-2076. doi: 10.1109/tla.2016.7530397
- [33] Galván-Tejada C, López-Montegudo F, Alonso-González O, Galván-Tejada J, Celaya-Padilla J, Gamboa-Rosales H, Magallanes-Quintanar R, Zanella-Calzada L (2018) A Generalized Model for Indoor Location Estimation Using Environmental Sound from Human Activity Recognition. ISPRS International Journal of Geo-Information 7(3), 81. doi:10.3390/ijgi7030081.
- [34] LJ Morales-Mendoza, Y Shmaliy, M González-Lee, E Morales-Mendoza, R Varguez-Fernández. "Toward to recurrent form of the impulse response of UFIR filters". Procedia Technology, p.p 111-117 2013/1/1.
- [35] Luna-García, H., Mendoza-González, R., Gamboa-Rosales, H., Celaya-Padilla, J., Galván-Tejada, C., López-Montegudo, F., Collazos-, C., Mendoza-González, A..(2018). MENTAL MODELS ASSOCIATED TO VOICE USER INTERFACES FOR INFOTAINMENT SYSTEMS. DYNA, 93(3). 245. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8766>
- [36] Mohammad Ali Nematollahi, ChaleeVorakulpipat, and Hamurabi Gamboa Rosales, "Optimization of a Blind Speech Watermarking Technique against Amplitude Scaling," Security and Communication Networks, vol. 2017, Article ID 5454768, 13 pages, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/5454768>.
- [37] Mohammad Ali Nematollahi, ChaleeVorakulpipat, and Hamurabi Gamboa Rosales, "Semifragile Speech Watermarking Based on Least Significant Bit Replacement of Line Spectral Frequencies," Mathematical Problems in Engineering, vol. 2017, Article ID 3597695, 9 pages, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/3597695>.
- [38] Carlos E. Galván-Tejada, Jorge I. Galván-Tejada, José M. Celaya-Padilla, et al., "An Analysis of Audio Features to Develop a Human Activity Recognition Model Using Genetic Algorithms, Random Forests, and Neural Networks," Mobile Information Systems, vol. 2016, Article ID 1784101, 10 pages, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/1784101>.
- [39] Nematollahi, M., Akhaee, M., Al-Haddad, S. and Rosales, H. (2015). emi-fragile digital speech watermarking for online speaker recognition. Springer. [online] Available at: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13636-015-0074-5> [Accessed 2 Feb. 2019].
- [40] Salinas, J., Sanchez, L., Miranda, R., Rodriguez, J., & Rosales, H. (2019). Algoritmo de procesamiento digital de imágenes para la detección y evaluación de heridas de pie diabético. Retrieved from <http://editorial-uaie.uaz.edu.mx/index.php/difu100cia/article/view/6>.
- [41] Olivera, R., Olivera, R., Vite, O., Gamboa, H., Navarrete, M., & Rivera, C. (2015). Optimal States Estimation of an LTI System using the Unbiased FIR Filter. IEEE Latin America Transactions, 13(3), 609-612. doi: 10.1109/tla.2015.7069081
- [42] Rosales, H., Jokisch, O. and Hoffmann, R. (2006). Spectral distance costs for multilingual unit selection in speech synthesis. Proc. of 11-th International Conference "Speech and Compute" SPECOM2006, St. Petersburg, Russia, pp.270-273.
- [43] Hamurabi G. Rosales, Hochschule für Telekommunikation Leipzig "Performanzuntersuchungen zur Stimmkonvertierung" 9 pages, September 2011.
- [44] Hamurabi G. Rosales, "Optimale Bausteinauswahl in der korpusbasierten Sprachsynthese" 143 pages, July 2010.
- [45] Nematollahi, M., Vorakulpipat, C., & Rosales, H. (2016). Hardware IP Watermarking. Digital Watermarking, 181-190. doi: 10.1007/978-981-10-2095-7_12.