



Anexo 1- Formato de Ficha Tecnológica

TÍTULO DEL PROYECTO

BarkAnalyzer- Método para el reconocimiento y clasificación automática de vocalizaciones del perro doméstico.

NOMBRE DEL PROPONENTE

Dr. Humberto Pérez Espinosa

INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN / EMPRESA

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE.

PARTE DE LA COMUNIDAD LIF, GENERACIÓN 1

ÁREAS: TIC's

I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El perro es uno de los animales preferidos del hombre, ha convivido con él a lo largo de su domesticación y evolutivamente ha desarrollado habilidades sociales y comunicativas [1]. La conexión emocional que tienen las personas con sus perros, en algunos casos llega a ser casi tan fuerte como la que se tienen con otras personas [2]. Por lo tanto, los dueños buscan el bienestar de sus mascotas y consumen diferentes productos para cubrir todo tipo de necesidades. En contraste, el trabajo y las ocupaciones del día a día les impiden a muchos dueños dedicarle el tiempo que quisieran a sus mascotas. Algunos dueños se ven obligados a dejarlos solos en casa gran parte del tiempo. El 28% de las mascotas pasan solas en casa de 4 a 6 horas, 24% de 1 a 3 horas y el 21% de 7 a 10 horas. Esto puede provocar cierta tensión, ansiedad y cambios en la conducta de los perros [3]. Así mismo, los dueños experimentan incertidumbre por el estado tanto físico como emocional del perro cuando ellos están fuera y/o no tienen tiempo para atenderlos. Sin duda, el ladrido es la vocalización más distintiva del perro y es probable que se haya vuelto cada vez más sofisticada durante la domesticación. Algunos investigadores han tratado de responder preguntas con respecto a la evolución de los ladridos, al tipo de información transmitida por este medio y su posible función comunicativa. El ladrido ocurre con mucha frecuencia en una amplia gama de contextos y situaciones. Las personas perciben diferencias en las características de los ladridos, por ejemplo, son capaces de identificar si los ladridos pertenecen o no a sus perros [4], clasificar ladridos de acuerdo al contexto en que fueron grabados [5], incluso percibir información emocional [6] y estados motivacionales [7] de los perros. Esto es posible dado que los ladridos tienen características acústicas tales como frecuencia, amplitud, tono y ritmo, que pueden ser específicos para un contexto particular o estado interno del perro. Algunas razas de perro utilizan ladridos de baja frecuencia cuando un extraño llega a su casa, y emiten ladridos de alta frecuencia cuando se quedan solos [8]. Gracias a este tipo de diferencias los humanos atribuimos a los perros estados internos al vocalizar con características acústicas determinadas. Por su parte, algunos investigadores en el área de ciencias computacionales han aplicado técnicas de inteligencia artificial para la clasificación automática de ladridos [9], [10]. Sin embargo, actualmente no existen aplicaciones prácticas de la clasificación automática de ladridos que ofrezcan un valor agregado a los consumidores de productos y servicios para el bienestar de los perros.

Actualmente, en los hogares mexicanos con animales de compañía, los perros son los favoritos, ya que representan el 85 por ciento de las mascotas, es decir, alrededor de 19 millones. Casi 57 de cada 100 hogares mexicanos tienen una mascota de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía y según el Consejo Nacional de Población el número de caninos domésticos aumentó 20 por ciento del 2008 al 2018. Por lo anterior, se visualiza una gran oportunidad de negocio en la oferta de productos y servicios en la categoría del cuidado animal que dirijan sus propuestas de valor a hacer más fuerte el vínculo entre el ser humano y el perro doméstico. Hasta hoy en día los humanos no pueden saber lo que sus perros tratan de comunicar durante su ausencia.

Es decir, no existe un medio que realice una interpretación de los ladridos y otras vocalizaciones del perro. De aquí surge la necesidad de automatizar la capacidad que tienen algunas personas para interpretar las vocalizaciones de sus perros y crear herramientas que permitan la implementación de sistemas y aplicaciones para el bienestar del perro doméstico. Una de las posibilidades que ofrecen las tecnologías de la información es el procesamiento automático de grandes cantidades de audio y video. Mediante el uso de este tipo de tecnología se puede caracterizar el comportamiento de los animales y reconocer patrones que pueden ser usados para inferir algunos aspectos del individuo, como su estado de salud, de ánimo, preferencias o incluso personalidad.

II. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

El desarrollo tecnológico es una plataforma para el análisis automático por medios computacionales de ladridos del perro doméstico llamada BarkAnalyzer. Es una tecnología desarrollada en CICESE- Unidad Tepic bajo la dirección del Dr. Humberto Pérez Espinosa. Este proyecto inició en enero de 2015 con una vinculación con la empresa Mescalina SAPI de CV a través del Programa de Estímulos a la Innovación de Conacyt. Con este proyecto el objetivo de Mescalina es ofrecer un producto que ayude a mejorar los vínculos entre el perro y su dueño mediante la interpretación automática de ciertos tipos de ladridos. Al terminar el proyecto PEI se realizó la transferencia tecnológica con esta empresa. Posteriormente, se ha seguido desarrollando la tecnología como una línea de investigación en CICESE-UT³. El capital invertido por la empresa permitió desarrollar un método de análisis de ladridos (cuya propiedad intelectual pertenece a CICESE) e implementarlo en una arquitectura computacional basada en la nube que puede ser comercializada bajo el esquema de software como servicio. La tecnología está orientada a la interpretación de un conjunto de vocalizaciones emitidas por el perro a partir de la clasificación individual de cada vocalización. Cada vocalización se clasifica en uno de tres tipos, ladrido, chillido o gruñido. Posteriormente se subclasifica cada una de estas vocalizaciones. Los ladridos se subclasifican en agresivo, muy agresivo, juego y otros. Los chillidos y gruñidos se clasifican solo en positivos y negativos, dependiendo de en que contexto fueron generados. De esta manera es posible estimar que tan positivo o negativo puede resultar un conjunto de ladridos. Por ejemplo, positivo se da mientras el perro está jugando con su dueño. Negativo se da cuando el perro detecta la presencia de un extraño. Usando esta valoración de los ladridos se pueden desarrollar diversas aplicaciones. Una de las primeras aplicaciones creada por CICESE-UT³ es *Alarma Perruna*, esta aplicación está orientada a la seguridad doméstica en la que el sistema provee un nivel de alarma de acuerdo a la presencia de ladridos de cierto tipo. Sin embargo, la plataforma de análisis de ladridos es flexible a diferentes tipos de aplicaciones de acuerdo a los requerimientos de cada desarrollador.

Los desarrolladores de esta tecnología son los doctores Humberto Pérez Espinosa, Ismael Espinosa Curiel y Juan Martínez Miranda. Investigadores del CICESE Unidad Tepic Nayarit.

Humberto Pérez Espinosa, recibió el grado de Licenciado en Ciencias Computacionales en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en 2004, el grado de Maestro en Ciencias Computacionales y el grado de Doctor en Ciencias Computacionales en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica en 2006 y 2013 respectivamente. Entre 2005 y 2008 trabajó en empresas tecnológicas, desarrollando productos y servicios basados en voz como sistemas de conversión texto a voz, sistemas de respuesta de voz interactiva y servicios de comunicación mediante voz sobre IP. En 2011 fundó la empresa Prointbis SAPI de CV con el objetivo de desarrollar y comercializar productos con la principal característica de reconocer emociones en voz. Ha participado en diversos programas de capacitación en innovación y transferencia tecnológica como *Advanced Technology Transfer Program*, *Wayra México* y *Leaders in Innovation Fellowships Programme*. Desde septiembre de 2014 se desempeña como catedrático CONACyT en la Unidad de Transferencia Tecnológica

TEPIC del CICESE y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2015. Sus intereses de investigación incluyen la paralingüística computacional, el análisis inteligente de audio, y la computación afectiva. Hasta la fecha ha publicado más de 30 artículos en revistas y memorias de conferencia y ha liderado cuatro desarrollos tecnológicos que han sido considerados como productos válidos con innovación y usuario externo por la *Comisión Transversal de Tecnología del Sistema Nacional de Investigadores*.

Ismael Espinosa Curiel. Es Ing. en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tepic, tienen una maestría y doctorado en Ciencias de la Computación por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Entre 2004 a 2006 trabajó en empresas de desarrollo tecnológico especializándose en el área de domótica. Entre el 2008 al 2013 participó en el desarrollo de proyectos de software para sectores agroindustriales y de salud. Desde el 2014 trabaja como investigador titular CICESE- Unidad de Transferencia Tecnológica Tepic (CICESE-UT3) y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde el 2017. Sus intereses de investigación se enfocan en interacción humano-computadora, diseño de sistemas interactivos, computo persuasivo, y videojuegos serios. Hasta la fecha ha publicado más de 20 artículos científicos en revistas y memorias de conferencia, tiene registros de propiedad intelectual de 8 desarrollos tecnológicos, y ha liderado varios proyectos entre los que se destacan el desarrollo del laboratorio de innovación en las TIC (Innovatic-lab) y el desarrollo de una plataforma computacional basada en videojuegos serios para facilitar el aprendizaje de hábitos alimenticios saludables en niños con sobrepeso u obesidad.

Juan Martínez Miranda, es Ing. en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, tiene una maestría en Inteligencia Artificial por la Universidad Politécnica de Cataluña y un doctorado en Ingeniería Informática por la Universidad Complutense de Madrid. Ha trabajado como investigador en el Parque Científico de Barcelona, el Instituto Austriaco de Inteligencia Artificial, la Universidad Politécnica de Valencia y actualmente tiene una cátedra CONACyT en la Unidad de Transferencia Tecnológica (UT3) del CICESE. Sus intereses de investigación incluyen los sistemas multi-agentes, interacción hombre-máquina y computación afectiva en las cuales ha publicado más de 50 artículos en revistas y congresos especializados. Es miembro nivel I del Sistema Nacional de Investigadores.

III. VENTAJAS COMPETITIVAS DE LA TECNOLOGÍA

BarkAnalyzer permite conocer más del estado emocional-físico del perro a partir de uno de los medios de expresión más usados, sus vocalizaciones. Tiene la ventaja de que es capaz de clasificar los ladridos de acuerdo al contexto en que fueron generados, presencia de un extraño, juego, otro y estima la valencia del ladrido, que tan positivo o negativos son. Adicionalmente, tiene la flexibilidad para interpretar la activación y valencia detectadas en el ladrido para implementar aplicaciones diferentes. Se anexa una tabla comparativa de los competidores (Anexo 2).

Además, esta tecnología permite mejorar el bienestar del perro comprendiéndolo mejor y permite aprovechar sus ladridos para usos prácticos como seguridad doméstica, entretenimiento y monitorización, características que los productos similares en el mercado no tienen este alcance. Otra ventaja competitiva es la de recibir notificaciones a un dispositivo móvil del usuario sólo cuando hay algo fuera de lo común. En cambio, si se tuviera una cámara para monitorizar una casa con una cámara convencional, el usuario tendría que estar atento al monitor todo el tiempo para detectar alguna situación fuera de lo normal.

El costo de producción estimado es de \$ 300,000.00 m.n. contempla la contratación de dos desarrolladores y costos de plataforma en la nube.

La aplicación se probó con un conjunto de datos de 112 muestras. El formato del audio es WAV PCM con una frecuencia de muestreo a 16KHz con una duración de 0.3 a 5 segundos, las vocalizaciones grabadas pertenecen a un conjunto de perros que en su

mayoría pertenecen a las razas Chihuahua, French Poodle, Schnauzer y mestizos. Se evaluó el modelo realizando una validación cruzada de 10 pliegues. El resultado obtenido fue 0.764 usando la métrica F-measure. A continuación, se muestra la matriz de confusión resultante.

	tranquilo	activo	alerta	alarma
tranquilo	12	0	0	0
activo	1	7	1	0
alerta	0	1	48	9
alarma	0	0	14	19

IV. NIVEL DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

El Desarrollo tecnológico se encuentra en el nivel TRL 4, ya que cuenta con las pruebas en laboratorio, cuenta con un modelo de negocio, un prototipo y solicitud de patente.

V. PROPIEDAD INTELECTUAL

Se ha trabajado en proteger la propiedad intelectual del desarrollo tecnológico. La tecnología cuenta con un registro de derechos de autor para la plataforma de entrenamiento de modelos acústicos de clasificación, con el número de registro 03-2016-071410282900-01. Además, se ha sometido la solicitud de patente del método para el reconocimiento y clasificación automática de vocalizaciones de perro doméstico. Con el número de registro MX/a/2016/016763. Actualmente, se encuentra en examen de fondo. El desarrollo tecnológico ha sido divulgado en varios medios de comunicación a nivel nacional, se cuenta con los manuales de uso.

VI. REFERENCIAS

- [1] Range, F., and Virányi, Z. (2014) "Tracking the evolutionary origins of dog-human cooperation: the Canine Cooperation Hypothesis". *Frontiers in psychology*, Vol. 5.
- [2] Serpell, James. *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*. Cambridge University Press, 1995.
- [3] Rehn, Therese, and Linda J. Keeling. "The effect of time left alone at home on dog welfare." *Applied Animal Behaviour Science* 129.2 (2011): 129-135.O,
- [4] Molnár, C., Pongrácz, P., Dóka, A., and Miklósi, A. (2006). "Can humans discriminate between dogs on the base of the acoustic parameters of barks?". *Behavioural Processes*, Vol. 73(1), pp. 76-83.
- [5] Pongrácz, P., Molnár, C., Dóka, A., and Miklósi, Á. (2011). "Do children understand man's best friend? Classification of dog barks by pre-adolescents and adults". *Applied animal behaviour science*, Vol. 135(1), pp. 95-102.
- [6] Pongrácz, P., Molnár, C., and Miklósi, Á. (2006). "Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans". *Applied Animal Behaviour Science*, Vol. 100(3), pp. 228-240.
- [7] Lord, K., Feinstein, M., and Coppinger, R. (2009). "Barking and mobbing". *Behavioural processes*, Vol. 81(3), pp. 358-368.
- [8] Yin, S. "A new perspective on barking in dogs (*Canis familiaris*)". *Journal of Comparative Psychology*, Vol.116(2) (2012): 189.
- [9] Molnár, C., Kaplan, F., Roy, P., Pachet, F., Pongrácz, P., Dóka, A., and Miklósi, Á. (2008). "Classification of dog barks: a machine learning approach". *Animal Cognition*, Vol. 11(3), pp. 389-400.
- [10] A. Larranaga, C. Bielza, P. Pongracz, T. Farago, A. Balint, P. Larranaga, Comparing supervised learning methods for classifying sex, age, context and individual mudi dogs from barking, *Animal cognition* 18 (2015) 405-421.