

HABLANDO DE JAPÓN / ESPECIAL MUNDO POST-COVID

“Europa necesita aliarse con Japón para competir en inteligencia artificial”

Entrevista a **Antonio Tejero de Pablos**

Antonio Tejero de Pablos es investigador en el RIKEN, el gran instituto de investigación de Ciencias Naturales en Japón. En su actual puesto investiga el reconocimiento de imágenes por Inteligencia Artificial, enfocado al diagnóstico de enfermedades.

“Llegué a Japón en el año 2013, gracias al programa Vulcanus del EU-Japan Centre que ofrece, a un reducido número de estudiantes europeos de ciencia e ingeniería, la oportunidad de descubrir Japón y realizar prácticas en una de las empresas colaboradoras. Los meses que trabajé en NTT Communication Science Laboratories me permitieron poner en práctica los conocimientos adquiridos en la Universidad de Valladolid, y me ayudaron a dar el siguiente paso en mi carrera, el doctorado. Aunque solicité una beca de doctorado tanto en España - beca FPU- como en Japón - MEXT scholarship-, fue la universidad japonesa, Nara Institute of Science and Technology, la que me aceptó y me permitió continuar con mis estudios de investigación en procesamiento automático de imagen y video. Tras graduarme, encontré

mi actual trabajo de investigador en el laboratorio del profesor Tatsuya Harada, en la Universidad de Tokio. Este mismo profesor, dirige un grupo de investigación en RIKEN, donde desarrollamos métodos para el diagnóstico asistido de imágenes médicas. En colaboración con un hospital de Osaka, buscamos ayudar a los doctores a encontrar placas y estenosis en las arterias coronarias mediante el análisis automático de TAC cardíaco.

Tanto el programa Vulcanus, como la beca MEXT, y el proyecto actual que estoy realizando, son un ejemplo de las inversiones que hace Japón para promover la investigación y la atracción de investigadores. Invierten porque ven el valor en ello, y saben que es la única forma de conseguir progreso.”

東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO

Texture-based classification of significant stenosis in CCTA multi-view images of coronary arteries

Antonio Tejero-de-Pablos^{1,2}, Kaikai Huang^{1,2}, Hiroaki Yamane^{2,1}, Yusuke Kurose^{1,2}, Yusuke Mukuta^{1,2}, Junichi Ito¹, Youji Tokunaga³, Makoto Horie¹, Keisuke Nishizawa¹, Yusaku Hayashi³, Yasushi Koyama^{1,2}, and Tatsuya Harada^{1,2}

1 The University of Tokyo 2 RIKEN AIP 3 Sakurabashi-Watanabe Hospital

Motivation and goal

Problem

A significant stenosis is a critical narrowing or blockage of the lumen in coronary arteries (> 50%). It is life threatening. Current automatic methods are based on manual feature selection, expensive annotations [6], or large networks [13].

Contributions

We propose a novel method for classification of significant stenosis that (1) takes advantage of features that represent texture regions, and (2) leverages multiple view images for improved performance and alleviating data requirements.

Proposed method

1. State-of-the-art feature extractor: CNN-FV encoding

- Originally proposed for texture classification
- Adequate for describing regions of arbitrary shapes and sizes

Generic image classification [imagery] vs. Texture image classification [2]

dog brick grid

dog's diagnosis (we are used)

Method overview

Input: multi-view images (axial, sagittal, coronal, etc.)

Process: CNN-FV encoding → Feature extraction → Classification

Output: Significant stenosis (if > 50%)

Experiments

Dataset

Dataset (non-public): Curved planar reformation views of LAD, LCX, RCA

- 57 patients, 70 significant stenosis in total + Annotations from 3 experts
- Data augmentation of axial views: 90° rotations and horizontal flips
- Imbalance in classes (non-significant >> significant): Random selection

Performance comparison (leave-one-out cross-validation)

Method	Se: Sensitivity	Sp: Specificity	Acc: Accuracy
(a) Axial view	84.2	65.94	67.64
(b) Sagittal view	84.97	72.19	72.7
(c) Coronal view	75.62	75.79	76.15
(d) Diagonal view	68.34	78.64	78.57
(e) Diagonal view	68.36	74.75	74.92
Multiview ensemble	90	85	85.54
Baseline CNN [13]	80	80	80
Healthy human estimation [6]	90	85	85

163 patients (163 significant stenosis) 150 patients (-)

Classification results per view

Each view provides new information and adds robustness

(a) Axial view (b) Sagittal view (c) Coronal view (d) Diagonal view (e) Diagonal view

Proposed features vs. generic features

Generic image classification [imagery] vs. Texture image classification [2]

dog's diagnosis (we are used)

Conclusions

Classification of significant stenosis in coronary arteries

- Multiview approach to reduce dataset size requirements
- CNN-FV features more discriminant than generic features
- Do not use expensive annotations
- Future work: Dealing with bifurcations and other artifacts, combining views for feature extraction, detecting plaques.

Other works for texture recognition and segmentation: CVPR, pp. 3828-3834 (2015)

Mr. L., Taylor, C.A., Grady, L., Hahn, Feature sets of human abdomen for vessel stenosis classification, MICCAI, pp. 380-387 (2016)

or automatic detection and classification of coronary artery disease and stenosis in coronary CT-ACE, Transactions on Medical Imaging, 37(1), 1-13 (2018)

¿Cómo crees que ha transformado la crisis del COVID-19 el mundo de la ciencia en Japón? ¿Ha modificado la percepción sobre la importancia de las nuevas tecnologías para prevenir y tratar enfermedades?

El COVID-19 ha iniciado una tendencia a realizar de forma remota procesos que antes se realizaban en persona. Trabajo, reuniones, clases y diagnósticos son digitalizados y enviados por la red. Por supuesto, se ha potenciado del desarrollo de redes de ordenadores (Internet) capaces de soportar todo este tráfico de datos. Pero la clave está en la gran cantidad de información digitalizada, que puede ser utilizada para desarrollar sistemas “inteligentes”. En el caso de imagen médica, la versión digital – es decir, en el ordenador– de los historiales médicos de miles de pacientes puede analizarse de forma automática mediante sistemas de aprendizaje-máquina. De esta forma, en cuestión de horas, se encuentran patrones que un humano tardaría años en encontrar mediante revisión manual. Esto permite predecir cómo va a evolucionar un paciente, o qué

medicación será la más eficaz. Asimismo, se pueden entrenar sistemas de visión por ordenador para encontrar lesiones/ riesgos en imágenes médicas, como rayos X, TAC o endoscopias en cuestión de segundos. Esto ahorra mucho tiempo a los especialistas, lo cual es crítico en caso de falta de personal médico.

Por otra parte, ha aumentado la importancia de disponer de personal “robotizado” en hospitales, ya que las máquinas obviamente no se contagian. Por ejemplo, robots que traen y llevan medicinas, o que disponen de una pantalla con la que comunicarse con los doctores.

El superordenador más potente del mundo se llama Fugaku y se encuentra en el Centro de Ciencia Computacional de Japón. Según los responsables de administrar el superordenador, por su gran capacidad de cálculo, Fugaku se utilizará para impulsar proyectos científicos e incluso jugará un rol clave en el diagnóstico del COVID-19.

Trabajas en el campo del diagnóstico automático de imagen médica usando Inteligencia Artificial. ¿Crees que la irrupción del Coronavirus va a suponer un impulso para este tipo de tecnología en el país asiático?

Sí, lo creo, por todo lo mencionado anteriormente. Realmente, en el caso del COVID-19, el diagnóstico mediante imagen no es tan crucial como en otras enfermedades, ya que es diagnosticable mediante otros medios. Esto es debido a que, dado el elevado número de casos, muchas veces no hay recursos para realizar TACs a todos los pacientes. Sin embargo, el tiempo ahorrado mediante el diagnóstico automático en otras enfermedades, permite a los doctores dedicar más recursos al COVID-19, u otras emergencias.

El gobierno japonés invertirá más de \$100 millones para construir 10 hospitales que usarán Inteligencia Artificial para el año 2022, según la publicación Nikkei Asian Review.



¿Crees que esta crisis va a promover una mayor cooperación científica para buscar soluciones a problemas comunes como ya está ocurriendo con la búsqueda de una vacuna? ¿En qué ámbitos científicos existe potencial de colaboración entre España y Japón?

Sí, lo creo. Limitar la investigación a nivel nacional, supone limitar los recursos y el conocimiento. En el ámbito de la inteligencia artificial, los datos, como imágenes o texto, son imprescindibles para entrenar sistemas automáticos. A más cantidad y variedad de datos, mayor el rendimiento obtenido, ya que el sistema es capaz de aprender

“El compartir datos, ya sea imágenes médicas o historiales y casos prácticos de uso de estas tecnologías en hospitales, son potenciales colaboraciones que podrían llevarse a cabo entre España y Japón.”

y reconocer una mayor cantidad de casos con más precisión. El compartir datos, ya sea imágenes médicas, o historiales y casos prácticos de uso de estas tecnologías en hospitales, son potenciales colaboraciones que podrían llevarse a cabo.

Es posible que existan potenciales colaboraciones en otros campos, aunque no dispongo de información concreta al respecto de otros ámbitos científicos.

En enero de 2016, el Gobierno japonés presentó las ideas básicas de su Quinto Plan Básico de Ciencia y Tecnología (años fiscales 2016-2020): la sociedad 5.0 o sociedad superinteligente. Según la iniciativa, la sociedad 5.0 es una sociedad conectada en la que el big data, el internet de las cosas, la Inteligencia Artificial y los robots se encuentran completamente integrados para proporcionar una infraestructura digital y física para la vida cotidiana de todos los ciudadanos.

La crisis del coronavirus ha impulsado a Japón a flexibilizar la regulación que permite el diagnóstico virtual y la teleasistencia. Dado que España y Japón son de los países que tienen una mayor población envejecida y comparten retos similares, ¿crees que los dos países pueden compartir buenas prácticas en este ámbito? ¿Podrías mencionar algún ámbito específico dentro de la teleasistencia en el que hay potencial de colaboración entre los dos países?

Como bien dices, existen puntos en común entre España y Japón, siendo uno de los más claros el de la población envejecida, además de la existencia de habitantes semi-aislados en zonas rurales. Al igual que en Japón, existen laboratorios en España como el Grupo de Telemática e Imagen de la Universidad de Valladolid, en el que yo investigaba antes de venir a Japón, que trabajan en distintas formas de telemedicina y sistemas remotos para la rehabilitación.

La forma más directa de colaboración entre los dos países sería compartir

“Existen puntos en común entre España y Japón, siendo uno de los más claros el de la población envejecida, además de la existencia de habitantes semi-aislados en zonas rurales”

“La forma más directa de colaboración entre España y Japón sería compartir datos médicos (imágenes de radiología), y casos reales resultado de implementar estas tecnologías automáticas en hospitales”.

datos médicos (imágenes de radiología), y casos reales resultado de implementar estas tecnologías automáticas en hospitales. El compartir datos además permite reunir un mayor número de casos inusuales, como son las denominadas “enfermedades raras”. Tanto España como Japón son países cuyo tamaño y recursos no les permite autoabastecerse de datos, tal y como lo hacen grandes potencias como EE.UU. y China. Por todo lo mencionado, una colaboración resultaría prometedora para ambas partes.



Japón es el país del mundo con la población más envejecida, con alrededor de un 28% de su población superando los 65 años de edad, mientras que en España un 19,1% de la población supera los 65 años.

Sin embargo, tal colaboración requeriría de un alto compromiso por parte de los dos países. Mientras que en Japón ya existe un movimiento de doctores e investigadores en Inteligencia Artificial moviendo proyectos de este tipo, no me consta que exista tal plataforma investigadora en España con el apoyo de entidades médicas. La compartición de datos de este tipo requiere que los doctores pre-procesen las imágenes, anotando de antemano los diagnósticos con los que se quiere entrenar al

sistema, y que se genere una base de datos anonimizada para proteger la identidad de los pacientes. Pese a todas estas medidas, en España, el número de doctores comprometidos con esta plataforma y el número de pacientes dispuestos a facilitar sus datos aún no es suficiente. Realmente hace falta más conciencia de Inteligencia Artificial en España, y por supuesto inversión por parte del estado para que estos proyectos salgan adelante.

“Tanto España como Japón son países cuyo tamaño y recursos no les permite autoabastecerse de datos, tal y como lo hacen grandes potencias como EE.UU. y China. Por todo lo mencionado, una colaboración resultaría prometedora para ambas partes.”

“Para Japón, convertirse en líder mundial es difícil dado el tamaño y recursos del país, en comparación con China y EE.UU. En dicha situación, colaborar con países europeos supone un aumento de recursos y aliados para el desarrollo de tecnología”



En 2011 se creó el Medical Excellence Japan (MEJ), una organización público-privada que cuenta con el apoyo del gobierno japonés para exportar soluciones médicas de última generación a otros países. En tu opinión, ¿quiere Japón convertirse en líder mundial de soluciones tecnológicas médicas? ¿Es importante el apoyo gubernamental en Japón para exportar soluciones médicas a otros países?

Para Japón, convertirse en líder mundial es difícil dado el tamaño y recursos del país, en comparación con China y EE.UU. En dicha situación, colaborar con países europeos supone un aumento de recursos y aliados para el desarrollo de tecnología. Asimismo, para los europeos, el apoyo del país asiático les permite competir con China o EE.UU. La simbiosis entre países tan alejados puede parecer extraña al principio, pero tiene mucho sentido, tanto a nivel científico como cultural.

En cuanto a la importancia del apoyo gubernamental, no estoy seguro. También existe el sector privado, por ejemplo con fabricantes de hardware, con un sistema de investigación y desarrollo más cerrado, capaz de autofinanciarse. Aunque no tengo conocimientos concretos de cómo funciona la investigación en el mundo de la empresa médica, está claro que la inversión de dinero público para la investigación y creación de conocimiento es imprescindible.

El concepto “Data Free Flow with Trust” impulsado por Japón persigue crear reglas más uniformes para los intercambios y flujos de datos internacionales, a la vez que se refuerzan la protección de los datos personales, la propiedad intelectual y la ciberseguridad.

Japón ha promovido el concepto de Data Free Flow with Trust, es decir un sistema responsable de gobernanza de datos. En tu opinión, ¿países que tienen una regulación estricta en cuanto al uso de datos como España y el resto de países de la UE, van a preferir soluciones médicas desarrolladas por Japón en vez de otros países como China?

A la hora de compartir datos bajo distintas legislaciones, es esencial un acuerdo para desarrollar una plataforma estándar que asegure libertad con seguridad. Estas restricciones no deben suponer un freno para las colaboraciones, sino una motivación para encontrar soluciones. Además de la anonimización de datos mencionada anteriormente, existen soluciones intermedias como el entrenar de forma separada el sistema inteligente con los datos de cada país. De esta forma se comparte el sistema, no los datos.

De esta forma, no estamos hablando de preferir soluciones médicas de este o aquel país, sino de colaborar para generarlas. Ya existen colaboraciones



entre países europeos y Japón en proyectos de inteligencia artificial médica. Concretamente, el [DWIH](#) (centro alemán para la investigación e innovación) en Tokio, junto con la embajada de Francia en Tokio, ha promovido un movimiento de colaboración entre Japón, Francia

y Alemania para el desarrollo de tecnologías de Inteligencia Artificial, entre las que se encuentra el campo médico.

Por dos años consecutivos, se han llevado a cabo simposios internacionales en los que participan los tres países, y



“A la hora de compartir datos bajo distintas legislaciones, es esencial un acuerdo para desarrollar una plataforma estándar que asegure libertad con seguridad. Estas restricciones no deben suponer un freno para las colaboraciones, sino una motivación para encontrar soluciones”.

a los que he tenido la oportunidad de asistir. Después de hablar con varios responsables, el hecho de que España no se encuentre actualmente en este movimiento es debido a la diferencia existente en el nivel de investigación y preparación de una plataforma adecuada. Mientras que Japón, Alemania y Francia se encuentran al mismo nivel, en España aún no se ha promovido lo suficiente la investigación en este ámbito. Espero en un futuro poder ayudar de alguna forma a que España se integre en este tipo de colaboraciones.

España ha de dejar de ser consumidora de tecnología, es decir, dejar de importar soluciones de otros países, para convertirse en contribuidora. Si algo ha demostrado el COVID-19, es que no se puede depender del sector servicios (turismo, hostelería, etc.) en el Primer Mundo. Hay muchos compañeros investigadores en España que sufren de condiciones pésimas. Si no se empieza ahora, va a ser cada vez más difícil ponerse a la altura del resto de países.