

DEPARTAMENTO:
INGENIERÍA ELÉCTRICA Y COMPUTACIÓN
No. OFICIO:
IIT-IEC-246-2021
ASUNTO:
EL QUE SE INDICA

04 de enero de 2021

Mtra. Tania D. Hernández García,
Directora General de Vinculación e Intercambio
Presente. -

AT ´N: Mtra. Yadira I. Márquez González
Subdirectora de Cooperación e Internacionalización

Por medio de la presente se extiende constancia confirmando la autorización de la estancia de investigación de manera virtual por el **Dr. Francisco López Orozco** que fue realizada en el periodo del 14 de noviembre al 14 de diciembre de 2020, con el Interactive Technologies Research Group de la University of Eastern Finland, en Joensuu, Finlandia.

Sin otro particular por el momento y agradeciendo las atenciones que se sirva prestar al presente, quedamos de usted.

A T E N T A M E N T E

**"POR UNA VIDA CIENTÍFICA
POR UNA CIENCIA VITAL"**

Mtra. Tania D. Hernández García,
Directora General de Vinculación e Intercambio
Presente. -

Dr. Juan Francisco Hernández Paz Director
Mtro. Ismael Canales Valdiviezo Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación.



c.c.p. Archivo
*ICV/pjh

A T E N T A M E N T E

**"POR UNA VIDA CIENTÍFICA
POR UNA CIENCIA VITAL"**



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Letter of invitation for a remote research visit at the School of Computing, University of Eastern Finland from November 14th to December 14th, 2020.

*University of
Eastern Finland*

To: Mr. Francisco López-Orozco (UACJ)

JOENSUU
Yliopistokatu 2
P.O. Box 111, FI-80101
Joensuu, Finland

I, the undersigned, Dr. Roman Bednarik, associate professor at the School of Computing, University of Eastern Finland would like to invite Francisco López-Orozco from Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)-México for discussing and planning common research and projects on **Eye Movements in Programming and Eye Tracking Data Analysis**.

KUOPIO
Yliopistonranta 1
P.O. Box 1627, FI-70211
Kuopio, Finland

uef.fi

Our plan is to establish remote collaboration and in future to create an opportunity to run some eye-tracking experiments using our lab facilities. Our research laboratory provides excellent facilities for experiments in human-computer interaction. Moreover, the Interactive Technologies Research Group is one of the most active groups in Finland in eye-tracking research, digital accessibility and HCI.

I am looking forward to staying electronically in touch with you (by email, meet or zoom) during the proposed dates and I am ready to start this challenging collaboration.

Roman Bednarik, associate professor
roman.bednarik [at] uef.fi, +358 41 430 6116

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials 'RB' with a stylized flourish underneath.



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Joensuu, 20.12.2020

To: Mr. Francisco López-Orozco (UACJ)

Letter of confirmation of the virtual research visit from November 14th to December 14th, 2020.

I, the undersigned, Dr. Roman Bednarik, associate professor at the School of Computing, University of Eastern Finland would like to confirm that **Francisco López-Orozco** from Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)-México have discussed and forested a general research problem during this remote collaboration on **Eye Movements in Programming and Eye Tracking Data Analysis**.

In 2021, the idea is to discuss in more details this common research project and to have the opportunity to run some experiments using our lab facilities. Our research laboratory provides excellent facilities for experiments in human-computer interaction. Moreover, the Interactive Technologies Research Group is one of the most active groups in Finland in eye-tracking research, digital accessibility and HCI.

I am looking forward to staying electronically in touch during 2021 and I am ready to continue this challenging collaboration.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials 'RB' with a stylized flourish.

Roman Bednarik, PhD
associate professor, group leader
roman.bednarik@uef.fi
+358 414 306116

*University of
Eastern Finland*

JOENSUU
Yliopistokatu 2
P.O. Box 111, FI-80101
Joensuu, Finland

KUOPIO
Yliopistonranta 1
P.O. Box 1627, FI-70211
Kuopio, Finland

SAVONLINNA
Kuninkaankartanonkatu 5-7
P.O. Box 86, FI-57101
Savonlinna, Finland

uef.fi



LabTEC²

Laboratorio de Tecnologías
Emergentes en Ciencias
de la Computación

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
División Multidisciplinaria en Ciudad Universitaria

Memoria de Estancia de Investigación Virtual en [Interactive Technologies Research Group, University of Eastern Finland, Finland](#), 14 nov. al 14 dic. de 2020 .

Dr. Francisco López Orozco

Ciudad Juárez, Chihuahua, diciembre de 2020

Índice general

1 | CAPÍTULO 1 Currículum Vitae

3 | CAPÍTULO 2 Plan de trabajo de Estancia de Investigación

4 | CAPÍTULO 3 Memoria de Estancia de Investigación

- 3.1 Semana 1: Revisión teórica del estado del arte. 5
- 3.2 Semana 2: Estudio y caracterización de conjunto de datos posibles a emplear en el análisis. 7
 - 3.2.1 Dispositivo de captura 8
 - 3.2.2 Participantes 8
 - 3.2.3 Conjunto de datos 8
- 3.3 Semana 3: Definición de alcances y objetivos del proyecto 9
 - 3.3.1 Definición del problema 9
 - 3.3.2 Objetivo general 10
 - 3.3.3 Objetivos específicos 10
 - 3.3.4 Hipótesis 10
 - 3.3.5 Justificación 10
- 3.4 Semana 4: Redacción de borrador de anteproyecto de investigación 11
- 3.5 Conclusiones 11

12 | CAPÍTULO 4 Impacto Académico de la estancia

13 | CAPÍTULO 5 Reporte de experiencia personal

1 | Currículum Vitae

Currículum Vitae

- **Nombre:** Francisco López Orozco
- **Grado máximo de estudios:** Doctorado
- **Campo del conocimiento:** Ingeniería y Tecnología
- **Disciplina:** Computación
- **Subdisciplina:** Sistemas Computacionales
- **Especialidad:** Ingeniería de la Cognición, de la Interacción, del Aprendizaje y de la Creación
- **Perfil PRODEP:** 2019-2022
- **SNI nivel candidato:** 2020-2022
 - **Puestos:**
 - Desde enero de 2015, profesor de tiempo completo adscrito al División Multidisciplinaria de la UACJ en Ciudad Universitaria (DMCU), Cd. Juárez, Chihuahua.
 - De 2013 a 2014, Profesor-investigador titular de tiempo completo adscrito al Departamento de Informática de la Universidad del Istmo (UNISTMO), Cd. Ixtepec, Oaxaca.
 - De 2019 a 2013 Investigador asociado por el *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS) de Grenoble, Francia.
 - **Educación:**
 - Doctorado en Ingeniería de la Cognición, de la Interacción, del Aprendizaje y de la Creación, Universidad de Grenoble-Francia, 2013.
 - Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, opción Computación, CINVESTAV del IPN, 2006.
 - Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, opción Computación, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del IPN, 2002.
 - **Productos relevantes:**
 - A Frey, G Ionescu, B Lemaire, **F López-Orozco**, Anne Guerin-Dugue, Decision-making in information seeking on texts: an eye-fixation-related potentials investigation, *Frontiers in Systems Neuroscience* 7:39, August 2013.
 - **López-Orozco, F.**, & Rodríguez-Vega, L. D. Model of Making Decisions during an Information Search Task, *Research in Computing Science, Advances in Computing Science* (issue 105), 2015.

- Juan G Ruiz, Edgar M Cano, **Francisco L Orozco**, Luis D Huerta, Evaluating the Communicability of a Video Game Prototype: A Simple and Low-Cost Method, MexIHC '14, Proceedings of the 5th Mexican Conference on Human-Computer Interaction, ACM, 2014.
- **López-Orozco, F.**, Guérin-Dugué, A., & Lemaire, B. (2011). Understanding how people make decisions: An approach based on eye movements during a task of information search. 16th European Conference on Eye Movements (ECEM 2011), Marseille, France, August 21-25, 2011.
- **Participación y organización de actividades:**
 - Organizador y miembro del comité científico del Consorcio Regional de Ciencias de la Computación y sus Fundamentos (RCCS 2016, RCCS 2017), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), Chihuahua, noviembre 2016, 2017.
 - Desde Agosto de 2015, organizador del Seminario Permanente de Investigación y Divulgación de Tecnologías Emergentes en Ciencias de la Computación (SPIDETEC²), Ciudad Universitaria, UACJ.
 - Miembro del comité científico del II Congreso de Informática e Innovación Tecnológica (CIIT 2017), UNISTMO, Cd. Ixtepec, Oaxaca, Octubre 2017.
 - Miembro del comité técnico de la XIII Semana Nacional de Ingeniería Electrónica (SE-NIE 2017), Universidad De La Salle Bajío - Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), León, Guanajuato, Octubre 2017.
 - Organizador y miembro del comité científico del I Congreso de Informática e Innovación Tecnológica (CIIT 2014), UNISTMO, Cd. Ixtepec, Oaxaca, Octubre 2014.
- **Colaboraciones con instituciones externas:**
 - 2017: colaboración con el Laboratorio de Usabilidad de las Tecnologías Digitales de Información (LUTIN) de la Universidad Paris VIII, Francia.
 - Desde 2019: colaboración con el Laboratorio de Informática de Grenoble (LIG) de la Universidad Grenoble Alpes (UGA), Grenoble, Francia.
- **Afiliaciones:**
 - Desde 2015: miembro adherente de la Academia Mexicana de Computación (AMexComp), A.C.
 - Desde 2018: miembro de la Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (SOLACYT), A.C.
- **Información relevante:** Miembro del Núcleo Académico Básico de la Maestría en Cómputo Aplicado en el Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT-UACJ), director de 8 tesis de licenciatura y actualmente dirigiendo 5 y, 1 tesis de maestría. Conclusión de un proyecto con financiamiento PRODEP en 2016.

2 | Plan de trabajo de Estancia de Investigación

Plan de trabajo y cronograma de actividades

Referida a la estancia de investigación virtual que realizaría con el [Interactive Technologies Research Group](#) de la [University of Eastern Finland](#), Finland, del 14 de noviembre al 14 de diciembre de 2020 (4 semanas), se describen de manera general las actividades desarrolladas durante dicho periodo.

- Semana 1: Revisión teórica del estado del arte.
- Semana 2: Estudio y caracterización de conjunto de datos posibles a emplear en el análisis.
- Semana 3: Definición de alcances y objetivos de proyecto.
- Semana 4: Redacción de un primer borrador de anteproyecto de investigación.

3 | Memoria de Estancia de Investigación

Durante 2020 se tuvo comunicación con el [Interactive Technologies Research Group](#) (grupo INT) de la [University of Eastern Finland](#), Finland y en particular con el Prof. [Roman Bednarik](#) (roman.bednarik@uef.fi). A manera de referencia se presenta en la Fig. 3.1 una captura de pantalla como evidencia de la comunicación llevada a cabo durante el año.

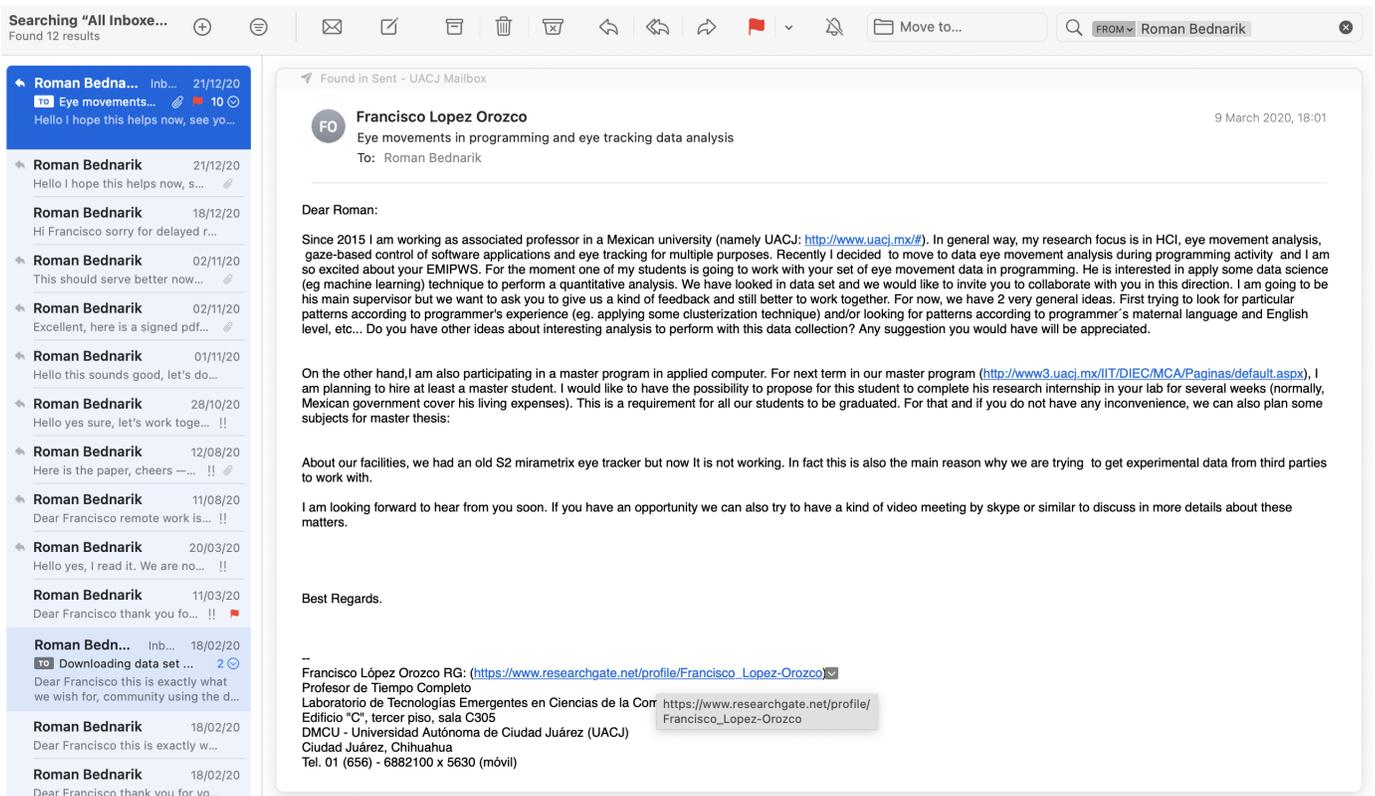


Figura 3.1 Comunicación con el INT group.

Sin embargo, en este apartado se describen y destacan principalmente las actividades desarrolladas durante la estancia de investigación virtual llevada a cabo en el [Interactive Technologies Research Group](#) (grupo INT) de la [University of Eastern Finland, Finland](#) del 14 de noviembre al 14 de diciembre de 2020.

El grupo INT es uno de los grupos más activos en Finlandia sobre la investigación de eye-tracking, accesibilidad digital e Interacción humano-computadora. El grupo está conectado con las industrias como en el caso de Honeywell, Zeiss, Olympus, John Deere entre otras. Está conformado por varios [investigadores reconocidos](#) y [muchos investigadores doctorales](#). Ellos desarrollan sus actividades en un [laboratorio de eye-tracking de alta calidad](#). El financiamiento que poseen proviene de la Academia de Finlandia, Agencia de Finlandia para la Innovación entre otros.

De los [proyectos](#) en que trabajan, el grupo INT hace uso del monitoreo y entendimiento del comportamiento humano, la modelización computacional y métodos de análisis intensivo de datos que conjuntamente con enfoques de diseño permiten profundizar en el entendimiento del comportamiento de usuarios. El grupo INT codesarrolla sistemas de hardware y software para y con usuarios-operadores en tareas que requieren habilidades, tales como microcirugías y otras cirugías basadas en imágenes, operación de máquinas forestales, tareas de coordinación de los ojos con las manos, solución de problemas y programación.

Las implementaciones incluyen entrenamiento inteligente y entornos de simulación, tecnologías médicas y tecnologías aumentadas para un amplio rango de poblaciones de usuarios.

El INT-group está actualmente conformado por los profesores [Markku Tukiainen](#) y [Roman Bednarik](#) (roman.bednarik@uef.fi) y [Hana Vrzakova](#). Su actividad principal es el estudio, diseño y desarrollo de tecnologías interactivas. Se interesan en cómo transformar la investigación e innovaciones técnicas en sistemas que provean interacción inteligente y experiencias de usuario buenas. Desde 2003, el grupo ha venido llevando a cabo investigación en la metodología de la aplicación de rastreo ocular (eye-tracking). Combinan el enfoque de ciencias computacionales con la interacción humano-computadora para construir interfases de usuario inteligentes que hacen uso de datos de eye-tracking y otros flujos de datos comportamentales. Los dominios de aplicación de sus desarrollos son por ejemplo, la solución de problemas complejos como programación, medicina, y sistemas interactivos colaborativos.

En la Fig. 3.2 se presenta una figura relacionada al proyecto Improving programming education through understanding of reading strategies from large datasets, recientemente desarrollado en el grupo INT.



Figura 3.2 Proyecto de mejoramiento de habilidades de programación.

3.1 Semana 1: Revisión teórica del estado del arte.

Durante esta semana se llevó a cabo la revisión teórica del estado del arte en materia de **Eye Movements in Programming and Eye Tracking Data Analysis**. En esta semana se escribieron los antecedentes del borrador de la propuesta. Se dio lectura y análisis de la literatura existente en el tema y en particular se hizo una revisión de los siguientes trabajos de investigación:

- R. Bednarik y M. Tukiainen, “An eye-tracking methodology for characterizing program comprehension processes”, en Proceedings of the 2006 symposium on Eye tracking research & applications, 2006, pp. 125–132.
- B. Sharif y J. I. Maletic, “An eye tracking study on camelcase and under_score identifier styles”, en 2010 IEEE 18th International Conference on Program Comprehension, 2010, pp. 196–205.
- R. Bednarik et al., “EMIP: The eye movements in programming dataset”, Sci. Comput. Program., vol. 198, p. 102520, 2020.
- T. Busjahn et al., “Eye tracking in computing education”, en Proceedings of the tenth annual conference on International computing education research, 2014, pp. 3–10.
- “Eye Movements in Programming”, Eye Movements in Programming. <http://emipws.org/> (consultado sep. 29, 2020).
- M. E. Crosby y J. Stelovsky, “How do we read algorithms? A case study”, Computer, vol. 23, núm. 1, pp. 25–35, 1990.

En la parte final de la semana, se aprovechó a fin de conocer la infraestructura con la que cuenta el grupo en materia de eye-tracking con el fin de contemplar hacer uso de sus instalaciones en un futuro cercano. Se describen aquí las principales características de su infraestructura:

- Tobii Pro X3-120. Este eye-tracker fue adquirido con la idea de reemplazar el anterior Tobii 1750 que se tenía en el laboratorio. Sin embargo, aún se encuentra en operación. El factor de forma es muy similar al EyeX (un poco más de 30 cm de ancho). Este eye tracker requiere de una computadora con Windows y un puerto USB 3.0, pero puede ser conectado a una unidad de procesamiento externo Tobii. En la Fig. 3.3 se muestra una imagen del dispositivo.

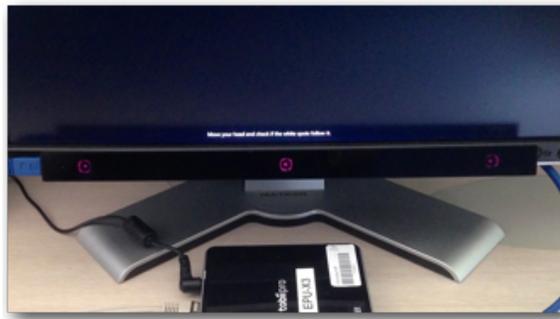


Figura 3.3 Eye-tracker Tobii ProX3.

Sus principales características son:

- Frecuencia de muestreo: 120Hz.
- Área de rastreo: 50 x 40 cm a una distancia de 80cm.
- Precisión de la posición de la mirada: 0.4 a 1°.
- Headset de Pupil Labs. Este eye-tracker con montaje en la cabeza es desarrollado por Pupil Labs. Este dispositivo personalizable se adecúa bien para proyectos de investigación. Además, gracias a su software basado en un plugin de código abierto (Pupil capture and pupil player), el dispositivo puede interconectarse fácilmente con otros dispositivos para propósitos de investigación. Es



Figura 3.4 Eye-tracker Pupil Labs Headset.

necesaria una computadora con un puerto USB 2.0. En la Fig. 3.4 se muestra una fotografía del dispositivo.

Sus principales características para modelos de 2016 o más recientes son:

- Frecuencia de muestreo: 120 Hz.
- Campo de vista: 60 o 100.
- Precisión de posición de la mirada: 0,6°.
- SMI Glasses (30Hz)
- Fove Eye-tracking VR

3.2 Semana 2: Estudio y caracterización de conjunto de datos posibles a emplear en el análisis.

Durante esta semana se hizo una caracterización y estudio del conjunto de datos generados por miembros del grupo: **Distributed Collection of Eye Movement Data in Programming – Dataset**.

El conjunto de datos EMIP contiene datos de los movimientos de los ojos de participantes durante tareas de programación.

El conjunto de datos consiste de:

- date.txt – archivo que especifica cuándo fue depositado el conjunto de datos.
- emip_metadata.csv – archivo con información sobre los participantes, el orden en que los programas estímulos se les presentaron e información sobre las preguntas de comprensión.
- rawdata – carpeta con los datos crudos de los movimientos oculares.
- stimuli – carpeta con las capturas de pantalla de las diapositivas del experimento y las coordenadas de las regiones de interés para los programas estímulo. Para mayores detalles, revisar: <http://emipws.org/stimulus-material/>.

3.2.1. Dispositivo de captura

Los estímulos fueron presentados a los participantes usando una laptop PC. La resolución de la pantalla fue de 1920x1080 pixeles. Los datos fueron registrados con el eyetracker móvil SMI RED250 (frecuencia de muestreo a 250Hz). El experimento fue diseñado con el software Experimental Suite Scientific Premium.

3.2.2. Participantes

El experimento involucró a 269 participantes de los cuales 15 fueron excluidos por distintas razones. Todos ellos respondieron a un cuestionario con los siguientes datos:

- Edad
- Género (femenino | masculino | otro)
- Lengua materna
- Nivel de inglés (ninguno | bajo | medio | alto)
- Experiencia en programación (ninguna | bajo | medio | alto)
- Experiencia en Java / Python / Scala (ninguna | bajo | medio | alto)
- ¿Cuántos años llevan programando?
- ¿Cuántos años llevan programando en Java / Python / Scala?
- ¿Qué tan frecuente usan lenguajes de programación como Java / Python / Scala?
(nada | menos de una hora / mes | menos de una hora / semana | menos de una hora / día | más de una hora / día)
- ¿Qué tan frecuente programa en Java / Python / Scala (nada | menos de una hora / mes | menos de una hora / semana | menos de una hora / día | más de una hora / día)
- ¿Qué otros lenguajes de programación conoce (Lenguaje – Nivel de experiencia?: bajo | medio | alto)
- ¿Está usando lentes o lentes de contacto? (no | lentes | lentes de contacto)
- ¿Está usando ahora máscara o maquillaje? (sí | no)

Las respuestas son compiladas en emip_metadata.csv.

3.2.3. Conjunto de datos

Para cada participante, el conjunto de datos contiene un archivo tsv con los datos crudos de los movimientos de los ojos. El archivo de cabecera provee información como la versión del convertidor IDF usado, número de muestras y coordenadas de los puntos de calibración. Todas las líneas inician con #. Las columnas de datos están separadas por un tabulador e incluye entre otros lo siguiente:

- Tiempo: marca de tiempo de la muestra
- Tipo: Muestra (SMP) | Mensaje (MSG)
- L Raw X [px]: posición de la pupila horizontal – ojo izquierdo

- L Raw Y [px]: posición de la pupila vertical – ojo izquierdo
- R Raw X [px]: posición de la pupila horizontal – ojo derecho
- R Raw Y [px]: posición de la pupila vertical – ojo derecho
- L Dia X [px]: diámetro de pupila en el eje X en pixels – ojo izquierdo
- L Dia Y [px]: diámetro de pupila en el eje Y en pixels – ojo izquierdo
- L Pupil Diameter [mm]: diámetro de pupila en mm – ojo izquierdo
- R Dia X [px]: diámetro de pupila en el eje X en pixels – ojo derecho
- R Dia Y [px]: diámetro de pupila en el eje Y en pixels – ojo derecho
- R Pupil Diameter [mm]: diámetro de la pupila en mm – ojo derecho

Cada prueba incluye mensajes que nombran las capturas de pantalla, que puede ser localizadas en la carpeta stimuli y proporciona las coordenadas de los clicks del mouse.

Todos los datos son anónimos. El 15 % de los datos no fueron publicados.

El EMIP Distributed Dataset puede ser usado bajo la licencia CC 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

3.3 Semana 3: Definición de alcances y objetivos del proyecto

En esta semana se bosquejaron de manera general los objetivos que se pretenden lograr en el proyecto. También la justificación, las posibles hipótesis así como el planteamiento del problema fueron bosquejados.

3.3.1. Definición del problema

Actualmente en el campo científico existe una inmensa variedad de herramientas para recopilar datos de los usuarios llevando a cabo tareas frente a un computador. El Eye Tracking es una de las tecnologías que ha demostrado su importancia ya que una de sus mayores fortalezas es la obtención de datos sin interrumpir a los usuarios que están prestando sus habilidades para la realización de los experimentos. Si no fuera por éste, la persona encargada de la investigación debe preguntar a los sujetos sobre lo que están viendo o pensando en ciertos momentos, registrando solo el resultado final y dejando por alto datos de vital importancia, ya que los sujetos pueden simplemente olvidar algunas variables por las cuales eligieron tal respuesta o hicieron tal acción. Una manera de solucionar esto, es pidiendo a los sujetos que tomen nota y registren cada una de sus acciones mientras están realizando el experimento, sin embargo, esto interrumpe el trabajo y le quita el protagonismo a la tarea principal. La programación al ser una tarea que requiere concentración no puede ser interrumpida por diferentes estímulos, es por ello que los métodos tradicionales sobre obtención de datos quedan descartados, razón por la cual utilizar Eye Tracker ayuda significativamente a la investigación ya que es un aparato silencioso y poco vistoso, es decir, no capta la atención de los programadores y esto ayuda a que los programadores se enfoquen solo en la tarea de programar (Busjahn et al, 2010). A partir del año 2013 se han realizado workshop sobre Eye Tracking con enfoque al desarrollo de software, en los cuales participan todo tipo de programadores, desde los más experimentados (Senior) hasta los que van iniciando (Junior), esto implica una alta recolección de datos y con ello, se puede encontrar diferentes características que los programadores ejercen a través del movimiento de sus ojos (EMIPWS, 2020). La importancia de los movimientos oculares en la programación se ha vuelto innegable ya que se ha demostrado su veracidad científicamente,

el número de artículos académicos sigue en crecimiento consolidando nuevas teorías, sin embargo, este es un área que aún sigue en aumento. Personas de alto renombre como Bonita Sharif, Norman Peitek y Marjaana Puurtinen, entre otros, se encargan de organizar workshops con un diseño exploratorio y científico, con diferentes trabajos enfocados a la programación (B. Sharif y J. I. Maletic, 2010). Con el fin de aportar a esta comunidad, se pretende hacer un análisis de datos sobre los movimientos oculares en la programación utilizando un conjunto de datos por parte de Eye Movements in Programming en búsqueda de estilos, estrategias o patrones que realizan programadores experimentados y los novatos, por consiguiente, descubrir nuevas teorías y afirmar las ya existentes para un correcto aprendizaje de la programación y saber el por qué algunas personas son más diestras al momento de programar.

3.3.2. Objetivo general

Analizar y explicar el procesamiento visual de programadores frente a código fuente para generar conocimiento sobre los movimientos oculares en tareas de programación.

3.3.3. Objetivos específicos

1. Seleccionar un conjunto de datos validado sobre movimientos oculares en tareas de programación para su análisis.
2. Identificar las secciones del código en las cuales los programadores tienen mayor atención visual.
3. Deducir los factores por los cuales los programadores fijan su atención visual a ciertas secciones de código.
4. Considerar y aplicar técnicas de Machine Learning para caracterizar a programadores en función de su procesamiento visual de código fuente.

3.3.4. Hipótesis

El comportamiento visual de los programadores frente al código fuente se relaciona con el nivel de experiencia que tienen sobre el lenguaje de programación, los novatos tienen una mayor cantidad de fijaciones que los programadores expertos.

3.3.5. Justificación

La obtención de datos sobre los movimientos oculares en la programación se ve reflejada en la considerable cantidad de estudios que han surgido, aproximadamente desde que se puede hacer captura de los movimientos oculares frente al computador. Por ejemplo, en "How do we Read Algorithms?" de Martha E. Crosby y Jan Stelovsky con fecha de enero de 1990 se captura el movimiento de los ojos en programación sobre el lenguaje Pascal. También se nos dice que el monitoreo de los ojos surge para explorar la atención de los individuos en cuestión (M. E. Crosby y J. Stelovsky, 1990).

Desde entonces, en el análisis de la programación se sigue estudiando y verificando ideas y teorías sobre los movimientos oculares para llegar a conclusiones. EMIP lleva a cabo diferentes experimentos en los cuales ponen a personas de distintas etnias a examinar código. En este proyecto se pretende trabajar con un conjunto de datos previamente recolectados en los workshops, los cuales se puede encontrar en la página oficial de "Eye movements In Programming" [7]. Son datos limpios y bien estructurados, dicho de otra manera, no contiene datos crudos y se puede utilizar para este análisis, esto es debido a que recolectar datos es una tarea que consume tiempo el cual puede ser empleado en el análisis de datos ya que el propósito no es recolectarlos, sino analizarlos. Para la generación del conjunto de datos, se le presentaron dos códigos a cada programador en los cuáles ellos debían comprender el algoritmo, esto fue hecho sin ninguna restricción de tiempo y al final de la prueba responder unas preguntas para

validar su comprensión sobre el código, antes de esto, se realiza unas preguntas a los participantes, como nivel de inglés, lenguajes de programación, etcétera (R. Bednarik et al, 2020). Se plantea que una de las preguntas que tiene relación con las fijaciones que los programadores hacen, es el nivel de experiencia en el lenguaje en el cual se desarrolla la prueba, ya que los novatos tienden a mirar más el código y repetir sus fijaciones. Con el análisis de este conjunto de datos, se pretende realizar un aporte hacia la enseñanza de la programación, como ya se sabe, es EMIP quien se encarga de dar acceso público a este conjunto de datos para que sea la comunidad misma quien siga aportando a la investigación. Por ende, podría ser de gran ayuda para el sector educativo, encontrando así las diferencias del procesamiento visual entre los programadores expertos, intermedios y los novatos especialmente para aquellos que van iniciando con algún lenguaje de programación, estos diferenciadores pueden ayudar a los novatos a comprender en qué elementos es más factible detenerse a observar y analizar y en cuáles se deben tomar más a la ligera, para así enfocarse en lo primordial y lograr una comprensión sobre el código más efectiva. Con esto, las debilidades de los programadores pueden ser disminuidas, permitiendo explorar nuevas maneras en las que se instruye o enseña programación y comenzar nuevos cuestionamientos sobre si la manera típica de enseñanza sobre esta rama es la correcta y cuáles son las otras alternativas para aprender. Por consiguiente, generar nuevos conocimientos sobre los métodos de análisis de código es de gran ayuda para el campo científico y para aquellas personas que se dedican a la programación, de esta manera se genera información que puede ser utilizada más adelante en proyectos futuros.

3.4 Semana 4: Redacción de borrador de anteproyecto de investigación

Durante esta última semana se inició con la escritura de un primer borrador de anteproyecto de investigación. Sin embargo la idea es continuar discutiendo a partir de enero de 2021 a fin de aterrizar y detallar otros alcances del proyecto de investigación en conjunto y terminar el borrador que permita ejecutar el proyecto en 2021.

3.5 Conclusiones

Son varias las vertientes de trabajo que se han establecido con los puntos discutidos hasta el momento. La idea es darle continuidad a fin de concretar un proyecto que pueda ser sometido a algún tipo de financiamiento y que permitan entre otros aspectos la publicación de resultados y participación activa entre el Interactive Technologies Research Group de la University of Eastern Finland y el Laboratorio de Tecnologías Emergentes en Ciencias de la Computación (LabTEC²) de la UACJ.

4 | Impacto Académico de la estancia

El objetivo de llevar a cabo la estancia de investigación con el Interactive Technologies Research Group obedece a que cultivan varias de las líneas de investigación también desarrolladas en el Laboratorio de Tecnologías Emergentes en Ciencias de la Computación (LabTEC²) de Ciudad Universitaria, lo que concierne principalmente al análisis de datos oculométricos y eye-tracking. El impacto académico del trabajo desarrollado (borrador de proyecto) es actualmente sirviendo de base para:

- Desarrollo de 2 proyectos de titulación intracurricular de estudiantes del programa de Ingeniería de Software con fecha esperada de graduación en 2021.
- Posibilidad de que un estudiante de licenciatura o maestría pueda hacer uso de la infraestructura de experimentación del laboratorio de la University of Southern Finland en el marco de algunos de los programas de movilidad estudiantil.
- La posibilidad de someter a alguna convocatoria de financiamiento la propuesta de proyecto a desarrollar como parte de este trabajo de colaboración.
- Posibilidad de cualquier profesor del LabTEC² pueda llevar a cabo una estancia de investigación en el mismo grupo.
- Se logró la adquisición y compartición del conjunto de datos, EMIP Distributed Dataset que será explotado durante el proyecto en el que se enmarca este trabajo de colaboración. En principio el conjunto de datos será utilizado también para el proyecto de titulación intracurricular ANÁLISIS DE DATOS OCULOMÉTRICOS FRENTE A PROCESAMIENTO VISUAL DE CÓDIGO FUENTE que está siendo desarrollado por el estudiante Mario Amador Román, matrícula 159545 del programa de Ingeniería de Software.

5 | Reporte de experiencia personal

La experiencia adquirida en esta primera estancia de llevada a cabo con el grupo de investigación fue muy gratificante. En primera instancia, por tratarse de una Universidad en un país no anglo-parlante y en segundo lugar por abrir nuevas posibilidades de desarrollo de proyectos de alto impacto con un grupo reconocido a nivel internacional.

Desde el primer contacto que hicimos con el profesor responsable del referido grupo, fuimos recibidos con mucho ánimo de trabajar de manera colaborativa e inclusive nos compartieron un gran conjunto de datos que servirá de base para el proyecto de titulación intracurricular de uno de nuestros estudiantes de licenciatura.

En resumen, podemos asegurar que esta primera experiencia con el grupo ha abierto más expectativas e interés de continuar trabajando con este grupo de investigación durante este 2021.