

ISSN 2531-2197

Volumen 3, Número 10 — Julio — Septiembre — 2019

Revista de Tecnología
Informática



ECORFAN-Spain

Editor en Jefe

JALIRI-CASTELLON, María Carla Konradis.
PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

Rosales-Borbor, Eleana. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Tecnología Informática, Volumen 3, Número 10, de Julio a Septiembre - 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Morazarzal -Madrid. WEB: www.ecorfan.org/spain, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: JALIRI-CASTELLON, María Carla Konradis. PhD. ISSN 2531-2197. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Septiembre 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Tecnología Informática

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de gerencia de datos, establecimiento de redes informáticas, diseño de los sistemas de la base de datos, diseño del software, computación, software, tecnología informática con servicios, outsourcing de proceso del negocio, hardware.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Tecnología Informática es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Spain, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de gerencia de datos, establecimiento de redes informáticas, diseño de los sistemas de la base de datos, diseño del software, computación, software, tecnología informática con servicios, outsourcing de proceso del negocio, hardware con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

RODRIGUEZ - ROBLEDO, Gricelda. PhD
Universidad Santander

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD
Academia de Ciencias de Polonia

MARTINEZ - ALVARADO, Luis. PhD
Universidad Politécnica de Cataluña

VALERDI, Ricardo. PhD
Universidad de Arizona

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

LÓPEZ - BONILLA, Oscar Roberto. PhD
State University of New York at Stony Brook

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD
University of Amsterdam

Comité Arbitral

SOLORZANO - SALGADO, Paulina. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

RODRÍGUEZ - AGUILAR, Rosa María. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

RODRIGUEZ - CARVAJAL, Ricardo. PhD
Universidad de Guanajuato

ROSALES - CISNEROS, Ricardo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

TZILI - CRUZ, María Patricia. PhD
Universidad Politécnica del Valle de México

ORTEGA - CORRAL, César. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

SÁNCHEZ - HERRERA, Mauricio Alonso. PhD
Instituto Tecnológico de Tijuana

ORANTES - JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD
Centro de Investigación en Computación

MENDOZA - DUARTE, Olivia. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

VALDEZ - ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

PALAFOX - MAESTRE, Luis Enrique. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Tecnología Informática emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos- Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de gerencia de datos, establecimiento de redes informáticas, diseño de los sistemas de la base de datos, diseño del software, computación, software, tecnología informática con servicios, outsourcing de proceso del negocio, hardware y a otros temas vinculados a las Ingeniería y Tecnología.

Presentación del Contenido

En el primer artículo se presenta, *Clasificador de atención de la inmediatez en el área de servicios de urgencias Médicas* por LEON-SOSA, Sandra Elizabeth, HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín, SOLANO-TAPIA, Jaime Alberto y MORALES-MORALES, Cornelio con adscripción Universidad Politécnica del Estado de Morelos, como siguiente artículo está *Aula interactiva 3D como recurso para la enseñanza en el Tecnológico Nacional de México campus Oaxaca* por ALTAMIRANO-CABRERA, Marisol, BENITEZ-QUECHA, Claribel, DIAZ-LARA, Carlos Alberto y TORAL-ENRIQUEZ, Fernando con adscripción Tecnológico Nacional de México Campus Oaxaca y Tecnológico Nacional De México Campus Iguala, como siguiente artículo está *AMATL: Galería Colaborativa para la conservación y difusión de fotografías digitales de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca* por LÓPEZ-ANTONIO, Gilberto, SABINO-MOXO, Beatriz Adriana y MARQUEZ-DOMINGUEZ, José Alberto con adscripción Universidad de la Cañada como siguiente artículo está *Aplicación de Internet de las cosas en el monitoreo de la producción de lombricomposta* por ALANIS-TEUTLE, Raúl, RAMIREZ-CHOCOLATL, Yuridia, ALONSO-CALPEÑO, Mariela Juana y SANTANDER-CASTILLO, Julieta con adscripción Instituto Tecnológico Superior de Atlixco.

Contenido

Artículo	Página
Clasificador de atención de la inmediatez en el área de servicios de urgencias Médicas LEON-SOSA, Sandra Elizabeth, HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín, SOLANO-TAPIA, Jaime Alberto y MORALES-MORALES, Cornelio <i>Universidad Politécnica del Estado de Morelos</i>	1-8
Aula interactiva 3D como recurso para la enseñanza en el Tecnológico Nacional de México campus Oaxaca ALTAMIRANO-CABRERA, Marisol, BENITEZ-QUECHA, Claribel, DIAZ-LARA, Carlos Alberto y TORAL-ENRIQUEZ, Fernando <i>Tecnológico Nacional de México Campus Oaxaca</i> <i>Tecnológico Nacional De México Campus Iguala</i>	9-16
AMATL: Galería Colaborativa para la conservación y difusión de fotografías digitales de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca LÓPEZ-ANTONIO, Gilberto, SABINO-MOXO, Beatriz Adriana y MARQUEZ-DOMINGUEZ, José Alberto <i>Universidad de la Cañada</i>	17-22
Aplicación de Internet de las cosas en el monitoreo de la producción de lombricomposta ALANIS-TEUTLE, Raúl, RAMIREZ-CHOCOLATL, Yuridia, ALONSO-CALPEÑO, Mariela Juana y SANTANDER-CASTILLO, Julieta <i>Instituto Tecnológico Superior de Atlixco</i>	23-32

Clasificador de atención de la inmediatez en el área de servicios de urgencias Médicas

Classifier of immediate attention in the area of medical emergency services

LEON-SOSA, Sandra Elizabeth†*, HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín, SOLANO-TAPIA, Jaime Alberto y MORALES-MORALES, Cornelio

Universidad Politécnica del Estado de Morelos

ID 1^{er} Autor: *Sandra Elizabeth, León-Sosa* / **ORC ID:** 0000-0002-6047-4713, **CVU CONACYT ID:** 648491

ID 1^{er} Coautor: *Irma Yazmín, Hernández-Báez* / **ORC ID:** 0000-0002-3078-9618, **CVU CONACYT ID:** 212658

ID 2^{do} Coautor: *Jaime Alberto, Solano-Tapia* / **ORC ID:** 0000-0001-8490-5867

ID 3^{er} Coautor: *Cornelio, Morales-Morales* / **ORC ID:** 0000-0002-3470-4626, **CVU CONACYT ID:** 172942

DOI: 10.35429/JCT.2019.10.3.1.8

Recibido 22 de Julio, 2019, Aceptado, 24 de Agosto, 2019

Resumen

En México y Latinoamérica se ha hecho necesario entrenar al personal de urgencias para efectuar la primera etapa del triage a fin de optimizar los recursos humanos disponibles en los hospitales. Por lo tanto, la presente investigación desarrolla una aplicación móvil que permita registrar los síntomas del paciente al acudir al área de servicios de urgencias y puedan ser clasificados mediante una Red bayesiana en un entorno de aprendizaje supervisado que permita al personal médico del hospital determinar el procedimiento que debe de aplicar al paciente. Los datos recopilados de la aplicación móvil son almacenados en un sistema web, por lo tanto, los síntomas son utilizados como atributos para ser clasificados y realizar un pronóstico de la posible enfermedad, que determina la prioridad de la atención médica utilizando los colores de las guías prácticas de las clínicas de salud, por consiguiente, se muestra el mensaje indicando el color, el tiempo de respuesta y un posible diagnóstico de la enfermedad.

Triage, Sistema, Clasificador

Abstract

In Mexico and Latin America it has become necessary to train emergency personnel to carry out the first stage of triage in order to optimize the human resources available in hospitals. Therefore, this research develops a mobile application that allows the patient's symptoms to be recorded when they go to the emergency services area and can be classified by a Bayesian network in a supervised learning environment that allows the hospital's medical staff to determine the procedure which must apply to the patient. The data collected from the mobile application is stored in a web system, therefore the symptoms are used as attributes to be classified and to make a prognosis of the possible disease, which determines the priority of the medical care using the colors of the practical guides of the health clinics, therefore the message is displayed indicating the color, the response time and a possible diagnosis of the disease

Triage, System, Classifier

Citación: LEON-SOSA, Sandra Elizabeth, HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín, SOLANO-TAPIA, Jaime Alberto y MORALES-MORALES, Cornelio. Clasificador de atención de la inmediatez en el área de servicios de urgencias Médicas. Revista de Tecnología Informática. 2019 3-10: 1-8

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los servicios de urgencias se ha convertido en una barrera que impide a la población recibir una atención médica de urgencias oportuna, los pacientes enfrentan tiempos de espera prolongados para ser admitidos y tratados en el servicio; para ser ingresados a una cama de hospitalización. El área de servicios de urgencias médicas es parte importante de un sistema de salud, por la cantidad de pacientes que acuden a solicitar un servicio.

Aproximadamente 15% de las atenciones otorgadas en el Instituto Mexicano del Seguro Social se ofrece en el área de Urgencias. Los principales motivos fueron las infecciones respiratorias agudas (19.4%), los traumatismos y envenenamientos (18.8%) y las enfermedades diarreicas (8%). El 21 % de las defunciones en la institución ocurre en el área de urgencias, y la diabetes mellitus y las enfermedades cardiovasculares figuran entre las principales causas de muerte, sobre todo en la población adulta y adulta mayor (Cantón, 2006).

El proceso de clasificación de los pacientes que acuden a los servicios de urgencias hospitalarios se ha convertido en una necesidad debido a la gran demanda de atención y a la saturación que, en ocasiones, sufren dichos servicios. Es el área con mayor volumen de pacientes, de entre los cuales algunos padecen urgencias reales y otros no; sin embargo, todos exigen una atención rápida y de calidad. A partir de ahí surgen las evaluaciones que realiza la población a un hospital y su personal, así como la satisfacción que manifiesta de la atención recibida (Hernández & León, 2012).

El objetivo de la presente investigación es desarrollar una aplicación móvil que permita al paciente registrar los síntomas al trasladarse a los servicios de urgencias, los datos son almacenados en un sistema web permitiendo clasificar el nivel de urgencia, por consiguiente, al ingresar a los servicios de urgencias agilice el acceso al Hospital para la atención médica. El sistema brindará apoyo al personal médico permitiendo observar los síntomas y el diagnóstico emitido por el sistema clasificando el nivel de urgencia de acuerdo a los colores de las guías prácticas de las clínicas de salud, teniendo un panorama de la posible enfermedad del paciente.

Se utiliza el clasificador de Naïve bayes para predecir la posible enfermedad del paciente, como el nivel de urgencia, mostrando un reporte al personal médico. Sirviendo como una herramienta de apoyo, que permita agilizar la recepción del paciente al momento de recibirlo y poder ofrecer la atención médica oportuna.

Estado del Arte

Benavente (2014) expone que las prestaciones en los servicios de urgencia, han creado la necesidad de introducir en dichos servicios un sistema de filtro que gestione la afluencia de los usuarios y que seleccione dentro de los servicios con el fin de tutelar aquellos pacientes que presenten patologías más graves, de tal manera que la atención a estos no se demore. Estos factores obligan a establecer sistemas de triage

En México se maneja el triage modificado del canadiense, en el Instituto Mexicano del Seguro Social, se utilizan los colores que se visualizan en la tabla 1, las cuales aparecen en las guías de práctica clínica y tiene como objetivo optimizar la atención del paciente.

Nivel	Color	Significado	Tiempo máximo de atención
I	Rojo	Reanimación Inmediata	Inmediatamente
II	Anaranjado	Emergencia	Menor a 10 minutos
III	Amarillo	Urgencia	Menor a 30 minutos
IV	Verde	Poco urgente	menos de 60 minutos
V	Azul	Sin urgencia	Menor de 240 minutos

Tabla 1 Clasificación triage del sistema CAST (Triage del departamento de Canadá). Fuente. (MA, AE, I, & A, 2017)

Los sistemas basados en el conocimiento para ayudar a la toma de decisiones en la clasificación generalmente tratan de cubrir un dominio mucho más amplio, pero pueden usar un conjunto más pequeño de variables debido a restricciones de tiempo, muchas de ellas subjetivas, por lo que es difícil construir modelos precisos (Abad-Grau, Ierache, & Cervino, 2008).

La afluencia de pacientes en el servicio de Urgencias es uno de los grandes problemas a los que se enfrentan los sistemas hospitalarios actualmente al acarrear problemas de sobrecarga y colapso.

Por ello, se hace imprescindible para los profesionales de salud de estos servicios contar con un sistema de triage que priorice la atención de los pacientes y permita gestionar el riesgo clínico para manejar de forma adecuada y segura los flujos de pacientes (Arcos, 2017)

Las redes bayesianas se basan en los fundamentos de la teoría de la probabilidad y permiten combinar el juicio del experto con las fuentes de datos disponibles, y realizar inferencia entre cualquier subconjunto de variables.

Aunque tienen un amplio uso en el ámbito médico, en los sistemas de triage se han empezado a aplicar. Existen numerosos ejemplos en los que se muestran los buenos resultados que las redes bayesianas están teniendo en el diagnóstico médico (Abad-Grau, Ierache, & Cervino, 2008).

Un clasificador bayesiano puede definirse para el triage hospitalario si la clase es el nivel de triage y las variables de entradas aquella información que deba tenerse en cuenta para inferir la clase. Uno de los problemas que han sido señalados por el personal de los servicios de urgencia como inconvenientes de los sistemas computacionales de triage es su limitación en cuanto a las variables que tienen en cuenta para determinar el nivel de triage (Seixas, Zadrozny, Laks, Conci, & Saade, 2014)

Los modelos bayesianos primordialmente incorporan conocimiento previo para poder estimar modelos útiles dentro de un espacio muestral y de este modo poder estimar parámetros que provengan de la experiencia o de una teoría probabilística. (Páez, Lozano, & Davila, 2011)

Las Naïve Bayes son uno de los modelos más simples y más utilizados, en estos modelos la hipótesis que se maneja es que los atributos son condicionalmente independientes de la variable a clasificar (Torra, 2017).

Rivera-Rodríguez (2012) expone el trabajo de investigación de un sistema móvil de tele asistencia médica para apoyar la atención de casos de emergencia, utilizando servicios de transmisión de signos vitales y videoconferencia en tiempo real.

Metodología

Para la selección de datos utilizados se utilizó la metodología KDD (Knowledge Discovery in Discovery) es básicamente un proceso automático en el que se combinan descubrimiento y análisis. El proceso consiste en extraer patrones en forma de reglas o funciones, a partir de los datos, para que el usuario los analice (Timarán-Pereira, Hernández-Arteaga, Caicedo-Zambrano, Hidalgo-Troya, & Alvarado-Pérez, 2016).

Hernández J., Ramírez M. & Ferri C. (2005) indica que es un proceso iterativo e interactivo organizado en cinco fases. Dentro de las fases se encuentran la integración de datos, la preparación de los datos y las técnicas de minería de datos. (J., M., & C., 2004). La Figura 1, indica las etapas de la extracción y descubrimiento de conocimiento.

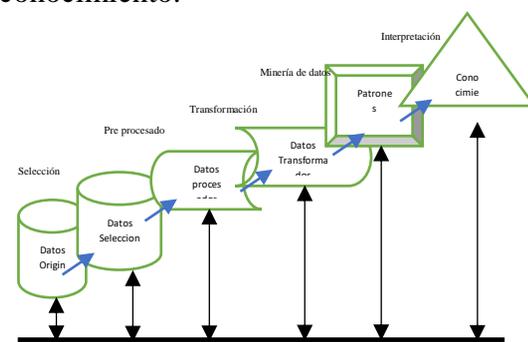


Figura 1 Etapas para el proceso de extracción de conocimiento

Fuente: (Morin & Cervantes, 2018)

A. Integración de datos

Para la etapa de los datos recopilados se obtuvieron de doctores que residen en la Ciudad de Cuernavaca Morelos, de pacientes que acudieron a cita en el año del 2018, donde se obtuvieron un total de 250 registros que acudieron a servicios de urgencias.

B. Preparación de datos

La información se encuentra en un archivo en Excel, se procedió a realizar una limpieza de datos para ser preparados para el entrenamiento del algoritmo, por lo que se procedió realizar la limpieza de los mismos, con el objetivo de eliminar valores erróneos o desconocidos. Se utilizaron 13 atributos para realizar el diagnóstico de la enfermedad.

Por mencionar algunos son: Resfriado, Gripe, Problemas del corazón, Infección estomacal, neumonía y Anginas por mencionar algunos.

Algoritmo Propuesto

El cálculo de probabilidades condicionales inversas mediante el teorema de Bayes es fundamental en las aplicaciones de la Estadística, porque permite incorporar cambios en nuestro grado de creencia sobre los sucesos aleatorios, a medida que adquirimos nueva información.

Este tipo de razonamiento es muy importante en tareas profesionales, como el diagnóstico, evaluación, toma de decisiones y aplicación de la inferencia estadística en la investigación empírica (Fuente, 2006).

Para el desarrollo del sistema se utiliza el razonamiento probabilístico, para obtener la clasificación de la urgencia y el posible diagnóstico de la enfermedad del paciente. Lo cual se basó en el Teorema de Bayes, para lo cual se acudió a los Médicos utilizando pruebas de diagnósticos diariamente para decidir el tipo de enfermedad de los pacientes.

El teorema de Bayes, representa un método estadístico para evaluar nueva información y tener una revisión de las estimaciones anteriores.

Sea $\{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\}$ un conjunto de sucesos mutuamente excluyentes y cuya unión es el total o sea 1, y tales que la probabilidad de cada uno de ellos es distinta de cero.

Sea B un suceso cualquiera del que se conocen las probabilidades condicionales $P(B/A_i)$. Entonces la probabilidad $P(A_i/B)$ viene dada por la expresión (Regalado, 2009):

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i)P(A_i)}{\sum_{j=1}^n P(B|A_j)P(A_j)} \quad (1)$$

- $P(A_i)$ son las probabilidades a priori.
- $P(B/A_i)$ es la probabilidad de B en la hipótesis A_i .
- $P(A_i / B)$ son las probabilidades a posteriori.

Para el entrenamiento de la red se utilizó un clasificador probabilístico fundamentado en la teoría de Bayes, para entrenar la red Naïve Bayes se utilizaron los síntomas del paciente para determinar el tipo de urgencias, son utilizadas 4 variables para estimar los parámetros necesarios para la clasificación, indicando el color de la urgencia y diagnosticando la posible enfermedad.

Para involucrar el algoritmo con el sistema, se utilizó el software Weka por sus siglas en inglés (Waikato Environment for Knowledge Analysis) el cual está diseñado para el análisis de datos.

Para la prueba y validación de minería de datos se realizó el proceso de evaluar datos reales, se coloca el proceso con una serie de atributos que son etiquetados, en la tabla X se coloca un conjunto de 4 ejemplos, con 3 atributos cada uno y dos posibles clases Tabla 2.

Ejemplos	Atr.1	Atr. 2	Atr.3	Clase
x1	1	2	1	Positiva
x2	2	2	2	Positiva
x3	1	1	2	Negativa
x4	2	1	2	Negativa

Tabla 2 Clasificador de datos

Fuente: Elaboración Propia

Se establecen las probabilidades:

$$P(\text{positivo}) = 0.5$$

$$P(\text{negativo}) = 0.5$$

Se generan nuevas tablas de acuerdo a las clases y se hace un recuento de los valores Tabla 3.

Positivo	Valor1	Valor2
Atr.1	1	1
Atr.1	0	2
Atr.3	1	1

Negativo	Valor1	Valor2
Atr.1	1	1
Atr.1	2	0
Atr.3	0	2

Tabla 3 Tabla de acuerdo de clases

Fuente: Elaboración Propia

Se suma una unidad a cada valor de las tablas, Tabla 4.

Positivo	Valor1	Valor2
Atr.1	2	2
Atr.1	2	3
Atr.3	2	2

Negativo	Valor1	Valor2
Atr.1	2	2
Atr.1	3	1
Atr.3	1	3

Tabla 4 Tablas con un valor agregado
Fuente Elaboración Propia

Se normalizan todos los valores de las tablas del siguiente modo. Cada celda se divide por la suma de los valores de la fila. Por ejemplo, el valor: "valor 1" del atributo: "atr. 2" en la tabla 5 de positivo se actualiza con: $1 / (1+3) = 0,25$

Positivo	Valor1	Valor2
Atr.1	0.5	0.5
Atr.1	0.25	0.75
Atr.3	0.5	0.5

Negativo	Valor1	Valor2
Atr.1	0.5	0.5
Atr.1	0.75	0.25
Atr.3	0.25	0.75

Tabla 5 Tablas Normalizadas
Fuente Elaboración Propia

Para cada tabla se elige los valores: 1 de cada atributo, es decir, la primera columna de cada tabla ver tabla 6.

Positivo	Valor1	Valor2
Atr.1	0.5	0.5
Atr.1	0.25	0.75
Atr.3	0.5	0.5

Negativo	Valor1	Valor2
Atr.1	0.5	0.5
Atr.1	0.75	0.25
Atr.3	0.25	0.75

Tabla 6 Selección de columnas
Fuente Elaboración Propia

Se aplica la fórmula de teorema de Bayes y los resultados son los siguientes:

- $P(\text{positivo}|x5) = 0,5 \cdot (0,5 \cdot 0,25 \cdot 0,5) = 0,03125$
- $P(\text{negativo} | x5) = 0,5 \cdot (0,5 \cdot 0,75 \cdot 0,25) = 0,046875$

Para la implementación del algoritmo con el software Weka, se crearon los archivos para entrenar la red bayesiana, estos archivos contienen el número de atributos utilizados con su clasificación correspondiente. Para el entrenamiento de la red bayesiana, se adjuntaron los archivos para obtener los resultados de la clasificación.

Aprendizaje_Bayesiano_Naive(ejemplos)

Para cada posible valor del resultado

Obtener estimación $p'(v_j)$ de la probabilidad $p(v_j)$

Para cada valor de a_i de cada atributo a

Obtener estimación $p'(a_i|v_j)$ de la probabilidad $p(a_i|v_j)$

clasificar ejemplo (x)

$$v_{nb} = \arg \max_{v_j \in V} P'(v_j) \pi(a_i | v_j) \tag{2}$$

Resultados

Para el desarrollo se utilizó un sistema Web que almacena los síntomas del paciente para posteriormente, indicar el tipo de urgencia de acuerdo a clasificación triage del sistema CAST y el posible diagnóstico que llegará a tener el paciente, sirviendo de apoyo para el médico y pueda ser atendido el paciente Figura 2.

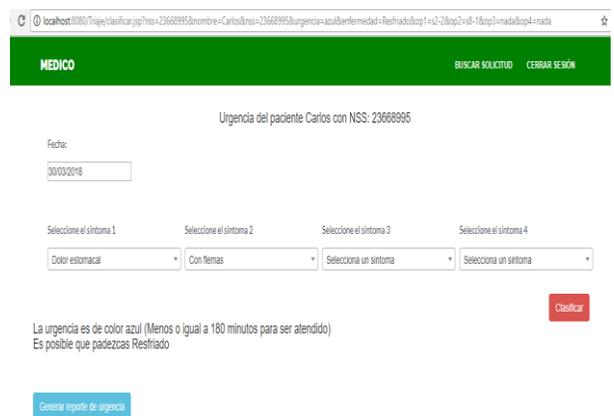


Figura 2 Clasificador de emergencias del paciente
Fuente: Elaboración Propia

Al ser depurados los datos, se utilizaron 200 datos, los cuales se obtuvo el 80% para el entrenamiento de la red, y el 20% para pruebas. Utilizando instancias clasificadas, para la fase de aprendizaje de las probabilidades calculadas de la enfermedad y triage figura 3.

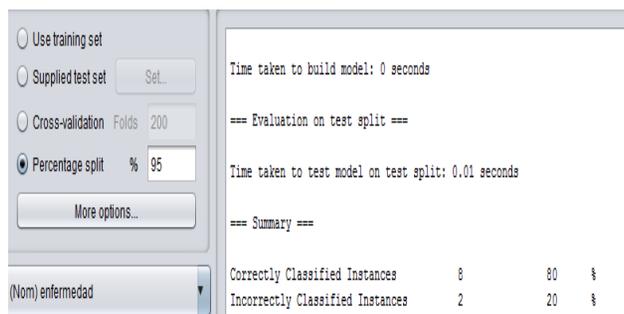


Figura 3 Instancias correctas e incorrectas de la enfermedad
Fuente: Elaboración Propia

Por consiguiente, en la aplicación móvil se realiza el registro de los síntomas con la finalidad de enviar los datos antes de ingresar a la unidad médica, datos almacenados en el sistema web, con la intención de agilizar el ingreso al hospital, y ser canalizado al área correspondiente Figura 4.



Figura 4 Formulario para envío de síntomas en aplicación móvil
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados figura 5 indican la probabilidad de la enfermedad del paciente, datos recopilados de la aplicación móvil, donde previamente se registra el alta de urgencia del paciente como herramienta de apoyo para el personal médico. En la figura 6 se muestra para cada uno de las clasificaciones del triage de cada urgencia.

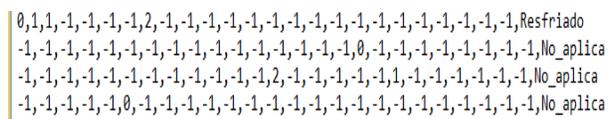


Figura 5 Datos utilizados para el diagnóstico de la enfermedad
Fuente: Elaboración Propia

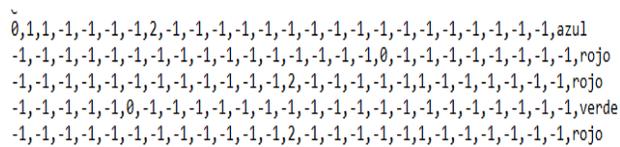


Figura 6 Datos utilizados para clasificación de urgencia
Fuente: Elaboración Propia

El Sistema web emite reportes de los datos que son obtenidos de la aplicación móvil visualizando un diagnóstico de la posible enfermedad que el paciente pueda tener, además de clasificar el tipo de urgencia sirviendo como apoyo al médico para realizar las acciones necesarias Figura 7.

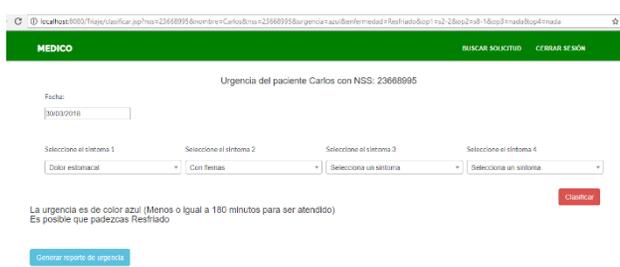


Figura 7 Diagnóstico de posible enfermedad
Fuente Elaboración Propia

El reporte es visualizado en PDF, para fines que el médico requiera realizar consulta con algún doctor externo, poder enviar el diagnóstico posible. Figura 8.

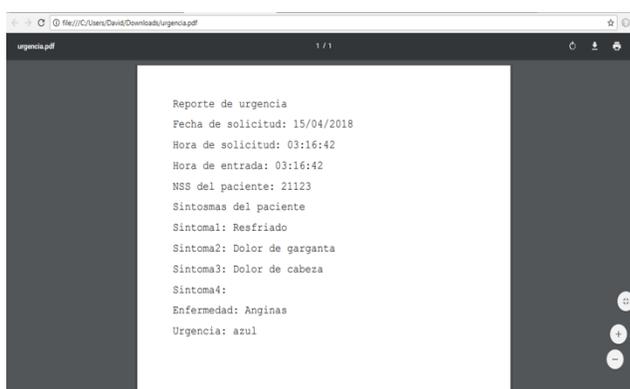
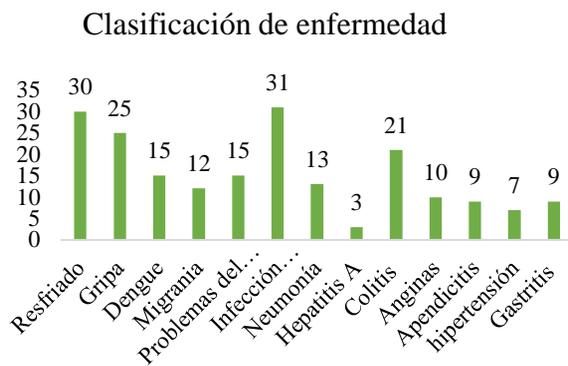


Figura 8 Generación de reporte de acuerdo a clasificación de emergencia
Fuente: Elaboración Propia

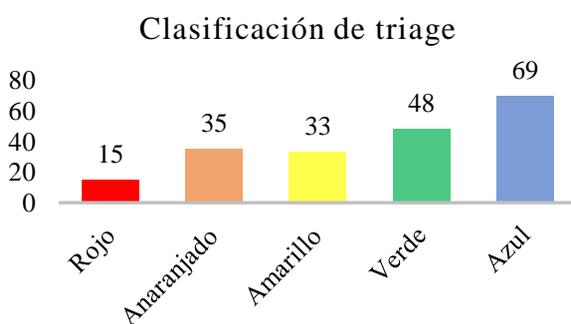
Los 200 datos que fueron utilizados para la clasificación donde previamente se realizó la limpieza de los mismos, en la gráfica 1 se visualiza el número de pacientes con la probabilidad de la enfermedad clasificada, donde se observa que la más común es infección estomacal.



Gráfica 1 Clasificación de la enfermedad

Fuente: *Elaboración Propia*

En la gráfica 2 se muestran la clasificación de la urgencia de cada paciente de acuerdo a la enfermedad que presenta dependiendo de los síntomas indica el color y el tiempo de respuesta para ser atendido por un personal médico.



Gráfica 2 Clasificación de la urgencia

Fuente: *Elaboración Propia*

Conclusiones

Se concluye que el sistema web con la aplicación móvil, es una herramienta de apoyo para el doctor, permitiendo al paciente registrar sus síntomas antes de ingresar a los servicios de urgencias, al utilizar el teorema de bayes se obtiene la probabilidad de clasificar la enfermedad y el nivel de urgencia que presenta el paciente.

El sistema de triage es una de las áreas de hospitales más transitadas, por lo tanto, el sistema se enfoca en contribuir en realizar un posible diagnóstico del paciente que sirva como sustento para el personal médico, permitiendo tener los datos de los síntomas del paciente que previamente registra, por lo tanto, con la información que es recolectada, es procesada mediante el teorema de bayes la posible enfermedad y el tiempo de respuesta al ser atendido el paciente con la finalidad de tener una oportuna atención médica.

La aplicación móvil brinda al paciente la oportunidad de registrar los síntomas, de tal forma que agilice el proceso de la recolección de datos, que son enviados al sistema que serán procesados con la probabilidad de realizar un diagnóstico de la posible enfermedad, ofreciendo al médico un panorama de la situación del paciente.

Como trabajo futuro, es desarrollar un módulo para el seguimiento del paciente, al ser internado llevar el tratamiento, estudios que se realicen para el control del mismo. Generando gráficas que permitan observar la evolución del paciente y generar el Alta cuando tenga que irse a casa.

Referencias

Cantón, S. F. (2006). El IMSS en cifras. La demanda de servicios en urgencias, 2004. *Medigraphic* , 261- 273.

Abad-Grau, M. M., Ierache, J., & Cervino, C. (2008). Modelado de Sistema Experto para Triage en Servicios de Urgencias Médicas . *Journal of Biomedical Informatics* , 432–441.

Arcos, C. R. (2017). El Triage como herramienta fundamental para la labor de enfermería en Urgencias. (E. Group, Productor) Obtenido de Esalud Blog: <https://www.ehcos.com/compartiendo-experiencias-con-los-profesionales-de-urgencias-en-la-i-jornada-nacional-de-triage/>

Benavente, R. A. (2014). Sistema de Triage en urgencias Generales. Universidad Internacional de Andalucía .

Fuente, C. D. (2006). Dificultades en la resolución de problemas que involucran el Teorema de Bayes. Un estudio exploratorio en estudiantes de psicología. *Educación Matemática* , 18 (2), 75 - 94.

Hernández, N. A., & León, M. G. (2012). Satisfacción de los usuarios de urgencias basada en la sistematización del servicio. Hospital General Dolores Higo. Guanajuato, México. *Medigraphic* , 4 (1), 13-19.

J., H., M., R., & C., F. (2004). Introducción a la Minería de Datos. Pearson, México .

MA, V.-G., AE, M.-H., I, F.-C., & A, B.-Y. (2017). Correlación clínica del triage con el diagnóstico clínico de ingreso y egreso realizado en los pacientes que acuden al servicio médico de urgencias de un hospital privado. *Med Int Méx* , 466- 475.

Morin, J. P., & Cervantes, M. d. (2018). Comparación de métodos predictivos de minería de datos en la determinación de factores del rendimiento escolar. *Revista de Sistemas Computacionales y TIC's* , 4 (14), 1-9.

Páez, L. O., Lozano, M. R., & Davila, J. A. (2011). Descripción general de la Inferencia Bayesiana y sus aplicaciones en los procesos de gestión. *La simulación al servicio de la academia* (2).

R, R.-R., R, T.-F., A, S.-S., & A, A.-R. (2012). Sistema móvil de teleasistencia médica para la atención en tiempo real de casos de urgencia. *Ingeniería. Investigación y Tecnología ISSN: 1405-7743* , XIII (1), 1-8.

Regalado, R. F. (2009). El teorema de Bayes y su utilización en la interpretación de las pruebas diagnósticas en el laboratorio clínico. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas* , 28 (3), 158-165.

Seixas, F. L., Zadrozny, B., Laks, J., Conci, A., & Saade, D. C. (2014). A Bayesian network decision model for supporting the diagnosis of dementia, Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Computers in Biology and Medicine* (51), 140 - 158.

Timarán-Pereira, S. R., Hernández-Arteaga, I., Caicedo-Zambrano, S. J., Hidalgo-Troya, A., & Alvarado- Pérez, J. C. (2016). El proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos. *The Process of Knowledge Discovery on Databases* . 63-86.

Torra, A. E. (2017). *Sistemas de Ayuda a la Decisión Clínica en Enfermedades de Diagnóstico Complejo*. 104.

Aula interactiva 3D como recurso para la enseñanza en el Tecnológico Nacional de México campus Oaxaca

Interactive classroom 3D as a resource for teaching at the Tecnológico Nacional de México campus Oaxaca

ALTAMIRANO-CABRERA, Marisol†*, BENITEZ-QUECHA, Claribel, DIAZ-LARA, Carlos Alberto y TORAL-ENRIQUEZ, Fernando

Tecnológico Nacional de México Campus Oaxaca

Tecnológico Nacional De México Campus Iguala

ID 1^{er} Autor: *Marisol, Altamirano-Cabrera* / **ORC ID:** 0000-0001-5800-9655 CVU CONACYT ID: 657390

ID 1^{er} Coautor: *Claribel, Benitez-Quecha* / **ORC ID:** 0000-0001-6516-5760

ID 2^{do} Coautor: *Carlos Alberto, Diaz-Lara* / **ORC ID:** 0000-0002-1782-1900

ID 3^{er} Coautor: *Fernando, Toral-Enriquez* / **ORC ID:** 0000-0002-5144-8839

DOI: 10.35429/JCT.2019.10.3.9.16

Recibido 19 de Julio 2019, Aceptado, 05 de Septiembre, 2019

Resumen

En este artículo se construye un prototipo de aula virtual inmersiva implementado en el I.T.Oaxaca que sirve de apoyo al proceso de aprendizaje de los estudiantes de la Ingeniería en Sistemas Computacionales. Sin descartar a futuro se incorpore esta plataforma de asesorías a otras ingenierías que se ofertan en la institución. La propuesta experimental utiliza el metaverso de Second Life, simulando espacios físicos en tres dimensiones y que permiten a los usuarios (avatares) interactuar entre sí con la finalidad de intercambiar información y experiencias. A pesar de estar en la fase beta de la implementación, se han obtenido indicadores interesantes y expectativas de aprendizaje en los estudiantes al asociar el conocimiento mediado por la interacción entre sus avatares y la escenografía 3D; el cual sumerge al estudiante en una nueva aventura de estudio con altos niveles de interactividad, conduciéndolo de una manera informal a un nuevo estilo de aprendizaje.

Avatar, Metaverso, Mundos virtuales

Abstract

This article builds a prototype of an immersive virtual classroom implemented in the I.T.Oaxaca that serves as support to the learning process of the students of Computer Systems Engineering. Without discarding in the future, this advisory platform will be incorporated into other engineering services offered at the institution. The experimental proposal uses the metaverse of Second Life, simulating physical spaces in three dimensions and allowing users (avatars) to interact with each other in order to exchange information and experiences. Despite being in the beta phase of the implementation, interesting indicators and learning expectations have been obtained in the students by associating the knowledge mediated by the interaction between their avatars and the 3D scenography; which immerses the student in a new study adventure with high levels of interactivity, leading it in an informal way to a new learning style.

Avatar, Metaverse, Virtual worlds

Citación: ALTAMIRANO-CABRERA, Marisol, BENITEZ-QUECHA, Claribel, DIAZ-LARA, Carlos Alberto y TORAL-ENRIQUEZ, Fernando. Aula interactiva 3D como recurso para la enseñanza en el Tecnológico Nacional de México campus Oaxaca. Revista de Tecnología Informática. 2019 3-10: 9-16

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: marisol_altamirano@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Con el beneficio que implican las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje y los avances tecnológicos con impacto social como son el procesamiento en la nube, la Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR) para crear entornos más sofisticados y atractivos para los actores en un aula; quienes mediante interacción podrán desarrollar actividades académicas orientadas a perfeccionar las habilidades, competencias y capacidades de los estudiantes mejorando el proceso de enseñanza aprendizaje en todo el sistema.

Esteve, F. y Gisbert, M. (2013) indican que con estos instrumentos, la principal competencia que se desarrolla es la digital, entendida como “El conjunto de habilidades y conocimientos tecnológicos, informacionales, comunicativos y multimedia que cualquier estudiante debe desarrollar y utilizar, de manera creativa, crítica, reflexiva, ética, y efectiva”. El desarrollo y la evaluación de competencias, como parte intrínseca del proceso de enseñanza-aprendizaje, requiere de situaciones y estrategias formativas adecuadas, no sólo centradas en la adquisición y memorización de conceptos y contenidos sino en la puesta en acción de dichos conocimientos, junto con habilidades, destrezas y actitudes, de manera efectiva y eficiente, que se magnifica con el uso diario de herramientas electrónicas como los teléfonos celulares, tabletas, equipos de cómputo, Internet, los videojuegos, etc.

Estos dispositivos emplean entornos virtuales que son espacios que permiten realizar una inmersión en un entorno simulado, interactuar con los otros usuarios, utilizar, crear e intercambiar objetos, y son personalizables y programables, según la finalidad deseada. Estos entornos tienen muchas potencialidades en el campo educativo, tanto para la realización de experiencias y prácticas formativas, como para actividades de experimentación, pruebas, simulaciones o actividades de trabajo en grupo, quedando registrada toda la actividad realizada en ellas, de manera rigurosa y sistemática que repercute tanto en el rendimiento académico como en la motivación de los estudiantes.

Al emplear estrategias innovadoras con la creación de entornos virtuales, el docente podrá recrear su clase e intercambiar ideas de manera abierta y responsable, también podrá integrar las actividades propuestas dentro de un curso específico, evaluarlas y darles el seguimiento que corresponde; con lo anterior, el eje académico se ve fortalecido con múltiples entornos de aprendizaje, los cuales incluyen plataformas y recursos educativos digitales, laboratorios virtuales, redes sociales y escenarios virtuales que permiten que el aprendizaje sea ubicuo.

Actualmente el 75% de los docentes del departamento de sistemas y computación del Instituto Tecnológico de Oaxaca se apoya de plataformas LMS siendo Moodle la más usada, redes sociales y/o correo electrónico para la comunicación, envío y revisión de actividades, así como para publicar material de estudio. La limitante de estas herramientas es su falta de dinamismo, ya que generalmente ofrecen solamente la creación de foros y asignación de actividades. El proyecto Aula Interactiva en 3D se propone como una herramienta de apoyo académico para docentes y estudiantes de la institución que ofrecerá beneficios como: mayor comunicación fuera del horario de clases, la realización de actividades de refuerzo académico, permitiendo realizar simulaciones de actividades comunes en un ambiente controlado. El documento que se presenta está organizado en secciones que abarcan desde la fundamentación teórica que orientaron el desarrollo del aula virtual, las actividades realizadas durante las fases definidas por la metodología de desarrollo de software empleada (XP); integrado en tres iteraciones dentro del proyecto. Cada una de estas fases, a su vez incluyen las etapas de: análisis, diseño, codificación y pruebas.

Planteamiento del problema

Desde la creación del TecNM, el 14 de julio del 2014, los trabajos en el área de docencia se están orientando a perfeccionar las habilidades y capacidades de los estudiantes con el apoyo de las TIC's, las cuales mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje en todo el sistema. Con lo anterior, el eje académico se ve fortalecido con múltiples entornos de aprendizaje, los cuales incluyen plataformas y recursos educativos digitales, laboratorios virtuales, redes sociales y escenarios virtuales, entre otros.

Desafortunadamente, una de las condiciones que no permiten la inclusión de estas herramientas en el TecNM campus I. T. Oaxaca, son los costos de las licencias que por ser altos no se autorizan por el órgano central y el poco interés que demuestran los docentes para fortalecer sus competencias, hacia el uso de tecnologías para hacer que el aprendizaje sea ubicuo.

Según el registro del Sistema Integral de Información (SII,2018) el TecNM campus I. T. Oaxaca se encuentran registrados 300 docentes, con al menos 20 horas frente a grupo por semana cada uno, de los cuales el 82% utiliza el proyector y equipo de cómputo para impartir los temas de sus asignaturas, en ocasiones con material realizado por ellos en algún software de presentación o documentos descargados directamente de alguna página de internet y/o Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Mientras que el 18% restante continúan impartiendo clases de manera tradicional con el apoyo de un pintarrón.

Los métodos que la mayoría de los docentes utilizan para impartir sus clases, a gran parte del alumnado le llega a generar aburrimiento y cansancio, que trae como consecuencia la falta de interés e inasistencia, sobre todo en materias consideradas en el Sistema De Asignación Y Transferencia De Créditos Académicos (SATCA) como teóricas, en las cuales existe poca interacción entre el estudiante y el docente y obviamente todo el proceso de seguimiento y evaluación es realizado de forma manual.

Otro factor influyente es el horario laboral y la disponibilidad con la que cuentan los profesores, el cual no les permite asesorar a todos sus estudiantes, a quienes de forma individual, tiene que evaluar: rúbricas, portafolios de evidencias, exámenes, competencias, entre otras. La plataforma Moodle, utilizada por los docentes que implementan ambientes virtuales de aprendizaje, tiene como objetivo principal ayudarles a crear comunidades de aprendizaje en línea, promueve una pedagogía constructivista social (colaboración, actividades, reflexión, crítica), brinda al profesor el control total sobre todo el curso.

Siendo su principal desventaja el desarrollo de las actividades, ya que pueden ser mecánicas, dependiendo del diseño instruccional, generalmente en este tipo de herramientas sólo se pueden crear foros de información, enviar y recibir archivos. De esta manera al no existir mayor interacción entre los participantes, genera un bajo nivel de acceso. Para disminuir esta problemática se propone un Aula interactiva 3D como herramienta de apoyo virtual que coadyuve con su formación académica.

Objetivos

- Identificar si el estudiante cuenta con las condiciones viables para acceder a un aula virtual e implementarla en el TecNM, campus I. T. Oaxaca.
- Comprobar que un aula virtual será aceptada por los estudiantes del TecNM campus I. T. Oaxaca, en un 80%, como recurso digital interactivo alineado a la ruta de aprendizaje.
- Aplicar la metodología XP para el desarrollo del proyecto.
- Construir el aula con una interfaz amigable y fácil de usar para el usuario.
- Realizar pruebas con el usuario.
- Obtener resultados

Desarrollo

El proyecto se desarrolla siguiendo las fases consideradas en la Metodología XP. Este método permite que todo el sistema, o algunas de sus partes, se construyan rápidamente para comprender con facilidad y aclarar ciertos aspectos en los que se aseguren que los implicados estén de acuerdo en lo que se necesita así como también la solución que se propone para dicha necesidad. En cada iteración se implementan las 4 etapas indicadas en el apartado anterior, el cual se va retroalimentando de los anteriores hasta mejorarlo. Los expertos creen que adaptarse a los cambios de requisitos en cualquier punto de la vida de un proyecto es una aproximación más realista que intentar definir todos los requisitos al inicio del proyecto e invertir esfuerzos después en controlar los cambios en los requisitos.

Las etapas y procesos considerados para la consecución del proyecto se describen en las siguientes iteraciones:

Primera Iteración

Análisis

La primera fase consistió en la delimitación de los objetivos esperados, así como la identificación de los alcances y las limitaciones del proyecto. Una vez definido lo anterior se realizó una investigación para comparar entre las diferentes opciones disponibles para la implementación de un aula virtual. Las opciones analizadas fueron tres: OpenSim, OpenGL y Second Life.

OPENSIM

Contracción de Open (abierto) Simulator (simulador) es un servidor 3D de código abierto que permite crear ambientes virtuales o mundo virtual a los que se accede a través de una gran variedad de visores (clientes) o protocolos (software y web). Configurable para suplir las necesidades del propietario del mundo virtual y puede ser extendido usando módulos. La licencia de OpenSim es BSD, código libre. Se trata de una plataforma para controlar un mundo virtual y soporta múltiples e independientes regiones conectadas entre sí. Con este recurso es posible poner en marcha un mundo virtual en un servidor Web y enlazarlo a través de Internet con otros mundos virtuales. También puede ser usado para crear un Grid privado, como si fuera una intranet.



Figura 1 Logo de OpenSimulator

Fuente: openSim.org

OPENGL

OpenGL (Open Graphics Library) es una especificación estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que produzcan gráficos 2D y 3D. La interfaz consiste en más de 250 funciones diferentes que pueden usarse para dibujar escenas tridimensionales complejas a partir de primitivas geométricas simples, tales como puntos, líneas y triángulos. Fue desarrollada originalmente por Silicon Graphics Inc. (SGI) en 1992 y se usa ampliamente en CAD, realidad virtual, representación científica, visualización de información y simulación de vuelo. También se usa en desarrollo de videojuegos, donde compete con Direct3D en plataformas Microsoft Windows.



Figura 2 Entorno de desarrollo de OpenGL

Fuente *Elaboración Propia*

Debido a sus características, esta fue una opción inviable debido a la necesidad de interconexión de una gran cantidad de usuarios a la vez, la cual es una de las debilidades de OpenGL.

SECOND LIFE

La opción más viable fue Second Life, debido a que se puede utilizar en las plataformas más utilizadas como son Windows y OSX, además, cuenta con los mejores gráficos de las tres existentes y una plataforma consolidada y respaldada por una amplia comunidad de usuarios.



Figura 3 Logo de Second Life

Fuente <https://yt3.ggpht.com>

Dado que Second Life es una plataforma con licencia privativa, propiedad de Linden Lab, se requiere cubrir un costo por el acceso a algunas funcionalidades (cuenta premium), el cual se incluye un terreno básico asignado al residente y además permite la construcción y adquisición de objetos, modificación de los espacios, así como programación de scripts usando Linden Scripting Language. Los cuales permiten además el acceso a las APIs de Second Life para incluirlas y aprovecharlas desde un sitio web propio, administrando así el registro, acceso e información de los usuarios del aula virtual.

Diseño

Una vez seleccionada la plataforma, para la realización del aula virtual se realizó un recorrido por el mundo virtual de Second Life para identificar las características de algunos espacios destinados a actividades de aprendizaje y, de este modo, tomarlos como referencia para el futuro desarrollo propio.



Figura 4 Entorno de Second Life

Fuente secondlife.com

Se identificaron características deseables del aula virtual, adecuándose a las limitantes de espacio correspondientes al terreno que se incluye con una cuenta premium, tales como, buena iluminación, asientos bien distribuidos, presentadores de diapositivas y un espacio común para la interacción libre.

Codificación

Como primer paso de codificación se realizaron *scripts* simples utilizando *Linden Scripting Language* que permiten a los usuarios realizar acciones básicas como sentarse de forma definida en algún lugar y variar la posición del avatar. Así mismo se investigó la estructura, sintaxis y características fundamentales del lenguaje. Se desarrolló el prototipo inicial del aula virtual, con los objetos básicos para la interacción de los usuarios, simulando un entorno de la vida real. Para esto se utilizaron las herramientas incluidas dentro del visor de *second life*.

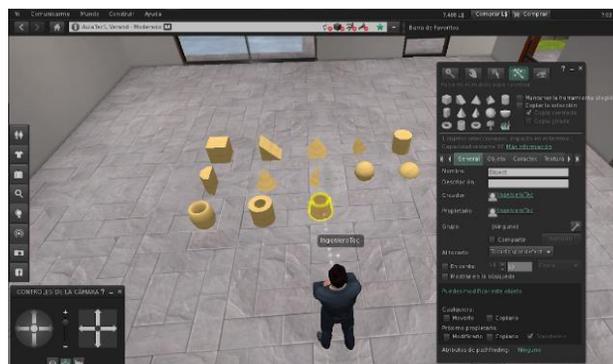


Figura 5 Formas primitivas (*prims*)

Fuente *Elaboración Propia*

Pruebas

Para comprobar las capacidades de conectividad e interacción que brinda el aula virtual se realizaron pruebas de uso, en un primer momento, con las cuentas de usuario destinadas para tal fin, sin embargo, para verificar el soporte para un número más elevado de usuarios y el correcto funcionamiento de la plataforma utilizada en dichas circunstancias, se solicitó el apoyo a 93 estudiantes distribuidos en 3 grupos para que ingresaran al mismo tiempo y probaran la funcionalidad de ese espacio virtual.

Como resultado de estas primeras pruebas, se corroboró que la funcionalidad del aula no se ve afectada por el número de usuarios conectados en el mismo espacio, se validaron los sistemas de comunicación como el chat y la voz bidireccional. Aunque en éste último aspecto, se reportaron por parte de los usuarios algunas dificultades para la configuración de los micrófonos, lo cual fue enlistado en las necesidades para corrección de errores. Se realizaron 3 iteraciones más, en comunión con los usuarios finales (profesores y estudiantes), agregando un módulo exclusivo para profesores en el que podrán dar seguimiento a los estudiantes que requieran el apoyo, ingresando mediante una cuenta apuntes, presentaciones y ejercicios que podrán ser evaluados y resueltos al mismo tiempo.

Cuarta Iteración

Análisis

El Aula Virtual es completamente funcional destacando los siguientes aspectos a mejorar:

- Pizarrón Interactivo
- Texturas
- Decoración Interior
- Decoración Exterior



Figura 6 Catedra Impartida por profesora
Fuente Elaboración Propia

Diseño

El pizarrón debe ser fácil de interactuar con él, de forma que cumpla la función de un pizarrón en el mundo real.



Figura 7 Prototipo de Pizarrón
Fuente Elaboración Propia

Pruebas

Como etapa final del proyecto se realizaron pruebas integrales del funcionamiento del aula virtual, en sus diversos apartados, retomando las observaciones detectadas en las primeras iteraciones para asegurar que la funcionalidad fuera completa y no presentara inconvenientes, tanto para el usuario final como para los desarrolladores que deseen involucrarse en la comprensión y mantenimiento del proyecto.

Para la realización de dichas pruebas, se diseñó el curso de nivelación de fundamentos de programación que se imparte a los estudiantes de nuevo ingreso. Para el año 2018 se integraron 6 grupos; los cuales 3 llevaron de manera presencial la materia durante 20 días en un periodo del 2°. Al 27 de Julio del 2018 y los otros 3 grupos la cursaron de manera virtual, con un tutor asignado y cada estudiante desde la comodidad de su casa o lugar elegido. Se requería en este caso, equipo de cómputo y conexión a internet.



Figura 8 Aula virtual VS Aula física
Fuente Elaboración Propia

Resultados

Los estudiantes participantes en el curso de nivelación de manera virtual fueron elegidos principalmente por su lugar de origen, se tiene el indicador de que el 43% de los estudiantes que cursan una licenciatura en la institución son foráneos y a ellos se les pidió su autorización para participar en las pruebas de este proyecto, proponiéndolo como una opción para evitar un gasto extra. Además que en esas fechas muchos no terminan aún su educación media superior. Obviamente el hecho de no tomarlo presencial no significaría que no atenderían la clase diaria de 3 horas, en la cual el profesor impartía la clase, generaba diversas actividades, foros y retroalimentaba a los estudiantes. Como resultado de estas pruebas, se comprobó la efectividad del aula virtual para lograr los cometidos que se plantearon, del mismo modo, se concluye que la interacción entre los usuarios, así como entre usuarios y objetos, se lleva a cabo de manera acorde con lo previsto



Figuran 9 Actividades en clase
Fuente Elaboración Propia

Agradecimientos

Agradecemos al Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Oaxaca e Instituto Tecnológico de Iguala, las facilidades otorgadas para la realización del proyecto. Principalmente a los estudiantes y egresados que nos apoyaron con su experiencia y tiempo.

Conclusiones

El uso del aula virtual 3D fomenta el trabajo colaborativo entre los estudiantes y mejora la interacción maestro-estudiante al generarse una experiencia enriquecedora; ya que el aula virtual permite:

- Ejercitar y evaluar habilidades interpersonales a distancia.
- Realizar actividades colaborativas
- Igualar a los participantes sin distinción de sus características físicas
- Interactuar simultáneamente a cientos de participantes desde cualquier ubicación.
- Promover el uso de nuevas tecnologías

Con los cuestionarios aplicados se reflejó un nivel aceptación del 99% en el uso del Aula Virtual por parte de los estudiantes, por lo que la hipótesis es aceptada. El Aula Virtual tiene un gran potencial de crecimiento, ya que con la adquisición del estatus de Educador en Second Life se puede crear todo un campus virtual. El alcance a futuro de este proyecto no solo se puede quedar como un campus virtual que emule una universidad del mundo real, más allá de eso, el desarrollo de objetos programados con funciones atractivas puede ser una gran fuente de ingresos.

Referencias

- Bereiter, C. y Scardamalia, M., (1987): Psychology of written composition. Hillsdale N. J., Lawrence Erlbaum.
- Dolan S. y Martín, I. (2002): Los 10 Mandamientos para la Dirección de personas, Barcelona Ed. Gestión 2000
- Esteve, F. y Gilbert, M. (2013). Competencia digital en la educación superior: instrumentos de evaluación y nuevos entornos. Enlace Revista Venezolana de información, Tecnología y Conocimiento, 10(3),29-43.
- García-Quintanilla M. y Casarini M. (2009). La tecnología para el cambio educativo: Reflexiones y experiencias. UANL. Monterrey. México
- Horton, W. (2000) Designing web based training Wiley Computer Publisher, New York, NY.
- Jara Ignacio y Toledo Castor. (2009) Portales educativos. En “Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el aula”. Unesco. Plan Ceibal. Mec. Uruguay.

Nosnik, A. (2005) Las comunicación productiva: Un nuevo enfoque teórico. Las teorías de la comunicación. Número 34. Tomado de www.razonypalabra.org.mx

Rabajoli Graciela y Mario Ibarra (2008) Características de un recurso educativo para cumplir su objetivo.

Rodríguez, T. y Baños, M.(2011) E-learning en mundos virtuales 3D. Una experiencia educativa en Second Life. Revista Icono14 [en línea] 1 de julio de 2011, Año 9, Volumen 2. pp. 39-58. Recuperado el 27 de Febrero de 2019, de <http://www.icono14.net>.

Rowell, A., (1997) Virtual Reality, Computer Graphics World.

Scagnoli, N. (2010). El aula virtual: usos y elementos que la componen. Universidad de Illinois, Urbana. Publicado en CEDIPROE.

Siliceo A. Alfonso. (2014) Capacitación y desarrollo de personal cuarta edición, Ed. Limusa, México.

SII (2018). Sistema integral de información. Tecnológico nacional de México

UNESCO. (2013-2014) Informe de Seguimiento de la Educación para Todos en el Mundo.

AMATL: Galería Colaborativa para la conservación y difusión de fotografías digitales de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca

AMATL: Collaborative Gallery for conservation and diffusion of photographs of Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca

LÓPEZ-ANTONIO, Gilberto†, SABINO-MOXO, Beatriz Adriana* y MARQUEZ-DOMINGUEZ, José Alberto

Universidad de la Cañada

ID 1^{er} Autor: *Gilberto, López-Antonio* / ORC ID: 0000-0002-8623-7564, CVU CONACYT ID: 1003107

ID 1^{er} Coautor: *Beatriz Adriana, Sabino-Moxo* / ORC ID: 0000-0002-8577-494X, CVU CONACYT ID: 210495

ID 2^{do} Coautor: *José Alberto, Márquez-Domínguez* / ORC ID: 0000-0003-2552-2289, CVU CONACYT ID: 210472

DOI: 10.35429/JCT.2019.10.3.17.22

Recibido 18 de Julio, 2019, Aceptado, 02 de Septiembre, 2019

Resumen

La fotografía es un documento que refleja un testimonio visual de acontecimientos políticos, científicos, sociales y culturales de la humanidad, juega un papel importante en la conservación, transmisión y visualización de dichos sucesos. En este trabajo se presenta el diseño e implementación de una galería que permite generar una colección fotográfica de Teotitlán de Flores Magón a partir de la contribución de sus habitantes. El objetivo de esta aplicación es recordar y mostrar el pasado a las nuevas generaciones a través de una memoria colectiva basada en fotografía. El desarrollo del software se realizó empleando el lenguaje PHP, el manejador de base de datos MySQL y el modelo vista-controlador que permite una mejor organización del código de la aplicación, lo que facilita a los desarrolladores el mantenimiento y actualización de ésta. La metodología del proceso evolutivo fue empleada en este proyecto, por lo que se llevaron a cabo dos iteraciones para obtener un mejor software. La evaluación de la usabilidad realizada a varios usuarios que interactuaron con la galería colaborativa mostró resultados favorables con respecto a las métricas satisfacción, eficiencia y eficacia.

Modelo vista-controlador, Aplicación web, Usabilidad

Abstract

Photography is a document that reflects a visual testimony of political, scientific, social and cultural events of humanity, plays an important role in the conservation, transmission and visualization of such events. This work presents the design and implementation of a gallery to generate photographic collection of Teotitlán de Flores Magón through the collaboration of the population. The objective of this application is to remember and show the past to the new generations through a collective memory based on photography. The development of the software was done using the PHP language, the MySQL database manager and the view-controller model that allows a better organization of the application code, which facilitates the maintenance and updating of the application by the developers. The evolutionary process methodology was used in this project, all its stages were carried out to obtain a better software. The evaluation of usability with several users showed beneficial results with respect to satisfaction, efficiency and effectiveness metrics.

View-controller model, Web application, Usability

Citación: LÓPEZ-ANTONIO, Gilberto, SABINO-MOXO, Beatriz Adriana y MARQUEZ-DOMINGUEZ, José Alberto. AMATL: Galería Colaborativa para la conservación y difusión de fotografías digitales de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca. Revista de Tecnología Informática. 2019 3-10: 17-22

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: beatriz_sabino@unca.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La fotografía es un documento que refleja un testimonio visual de acontecimientos políticos, científicos, sociales y culturales de la humanidad, juega un papel importante en la conservación, transmisión y visualización de dichos sucesos. Así mismo, son consideradas como testimonio del pasado, reflejo de vivencias y ocurrencias, estilo de vida, costumbres y tradiciones de la época.

La imagen fotográfica ha abierto una nueva vía de transmisión y conservación del conocimiento a través de imágenes, constituye uno de los patrimonios documentales que más se ha difundido y conforma la memoria visual de la sociedad (Batista, 2016). De igual modo, Salto (2017) denomina a la fotografía como una fuente de datos que permite el acercamiento al pasado, en ésta se observa la captura de monumentos, calles, vestimentas, fiestas, modos de vida, etc. Por lo que es un patrimonio que merece ser conservado y apreciado, debido a su frágil condición y en que ocasiones es el único testimonio de un bien que ya no se encuentra en el presente o que fue modificado.

Los proyectos de recopilación de fotografías tienen como objetivo recordar y mostrar el pasado a las nuevas generaciones a través de una memoria compartida o colectiva (ARSSI, 2016). Por lo que la colaboración de las personas juega un papel importante en la construcción de dicha memoria.

La galería colaborativa AMATL permite administrar, almacenar y manipular fotografías digitales de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca. Dicha aplicación coadyuvará en la conservación y difusión de la información histórica y cultural de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca. Cabe mencionar que esta investigación está respaldada por la casa de la Cultura de Teotitlán de Flores Magón, debido a que ellos tienen el interés de crear una colección fotográfica de esta comunidad.

Galerías colaborativas

Una galería colaborativa es un espacio en el que se exhiben fotografías o pinturas con la participación de una serie de colaboradores que se encargan de compartir dicho contenido con el público en general (Palacios, 2009).

AMATL (Significa papel en náhuatl) es una galería que permite a las personas de la localidad agregar fotografías digitales que quieran compartir, con la información adicional como: fecha, lugar, nombres de las personas que aparecen en ella, entre otros. Es importante resaltar, que el contenido del sistema es supervisado por el personal (administrador) de la casa de la cultura para asegurar la autenticidad de las fotografías y que el contenido corresponda a la temática de la galería.

Las imágenes aprobadas por el usuario administrador son accesibles por el público en general, a su vez permite que se pueda interactuar con el contenido realizando varias actividades.

García y otros (2015) comentan que uno de los principales aspectos que se consideran para valorar los contenidos en redes sociales, son las formas de interacción, por lo que en la tabla I se describen las principales características de AMATL y las formas de interacción que tendrá. Tabla 1. Características de AMATL.

Datos que almacena	Datos que marca la Norma Mexicana de Documentos Fotográficos (2016).
Formas de interacción	<ul style="list-style-type: none"> - Compartir en redes sociales - Indicar "Me gusta" - Hacer comentarios
Características de los archivos digitales	<ul style="list-style-type: none"> - Se almacenan en diferentes resoluciones - La cantidad de fotografías almacenadas es de acuerdo al espacio de almacenamiento en el servidor.
Otras	<ul style="list-style-type: none"> - Disponible al público en general. - Código fuente disponible.

Además, las fotografías que se pueden agregar a la galería tienen las siguientes características:

- Fotografías en formato blanco y negro, escala de grises o color sepia.
- Fotografías que ilustran elementos que ya no están presentes físicamente en la comunidad.
- Fotografías que ilustran elementos que fueron modificados.
- Fotografías que ilustran eventos o actividades culturales, religiosas, deportivas, etc. que se realizaban anteriormente y que ahora ya no se practican.

En la siguiente sección se describe la metodología empleada en este trabajo de investigación.

Metodología

Al trabajar en el desarrollo de software es importante ejecutar una serie de actividades para obtener en tiempo favorable un producto de calidad. Los modelos evolutivos son iterativos, se caracterizan por obtener una versión mejor en cada iteración.

El método de proceso evolutivo en el que nos centramos consiste en realizar prototipos, ya que de esta manera se pueden identificar requerimientos detallados para las características y funciones.

El paradigma de hacer prototipos favorece a la comprensión de lo que hay que hacer cuando los requerimientos no están claros. Es ideal que el prototipo sirva como mecanismo que permita detectar requerimientos de software que no fueron contemplados. La estructura general para la ingeniería de software define cinco actividades estructurales: Comunicación, Planeación, Modelado, Construcción y Despliegue (Pressman, 2010).

La importancia que tiene aplicar un proceso de desarrollo es porque brinda estabilidad, control y organización a la serie de actividades que se pueden salir de control. Se utilizó el flujo de proceso evolutivo debido a que se realizaron las actividades en forma circular, donde cada circuito nos llevó a una versión más completa del software. En la Figura 1 se muestra el flujo de proceso evolutivo.

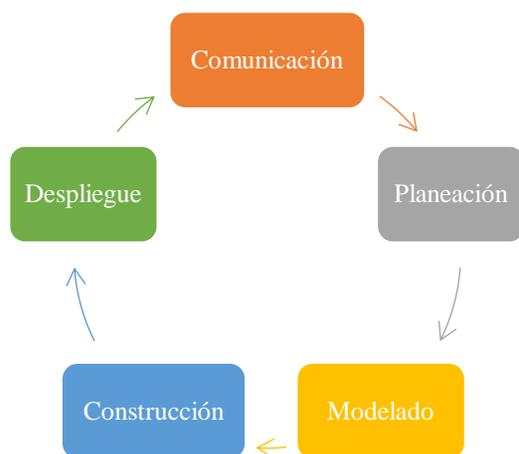


Figura 1 Flujo de proceso evolutivo

Comunicación. En esta sección, se tiene como objetivo general desarrollar una galería colaborativa para la conservación y difusión de fotografías digitales de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca. Para lograr este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

- Análisis los requerimientos de software AMATL.
- Diseño del modelo de base de datos relacional que se administra y manipula con el software.
- Diseño de la arquitectura de la aplicación considerando el Modelo-Vista-Controlador.
- Implementación del software siguiendo el paradigma Orientado a Objetos.
- Evaluación la funcionalidad de la aplicación cuando esté alojado en un servidor.

Planeación. En esta etapa fue planeada una iteración para realizar un prototipo. Durante el desarrollo de AMATL se realizaron dos iteraciones, de las cuales se obtuvieron dos prototipos, como se puede ver en las Figuras 2 a 5 y Figuras 6 a 9 respectivamente.

Modelado. La primera tarea que se realizó en esta etapa fue el modelado de la base de datos ya que es la que nos permite almacenar, organizar y manipular la información. A continuación, se mencionan las entidades que se tomaron en cuenta para su diseño:

- Imágenes
- Usuarios
- Comentarios
- Comunidades
- Lenguas

A partir de este modelo de base de datos, los casos de uso que fueron considerados para la interacción con AMATL son los siguientes:

Usuarios en general:

- Ver la galería de imágenes.
- Registrarse en AMATL.

Usuario administrador:

- Iniciar sesión.
- Aprobar o rechazar fotografías.
- Dar de alta lenguas maternas.

- Bloquear usuarios.

Usuario colaborador:

- Iniciar sesión.
- Subir fotografías.
- Hacer comentarios.
- Indicar me gusta.
- Compartir en redes sociales.

Construcción. Los dos prototipos que se mencionaron anteriormente fueron implementados, siendo el último (Figura 6 a 9) una versión más completa que la anterior (Figura 2 a 5). Ya que es este se tomó en cuenta la Norma Mexicana de Documentos Fotográficos (2016) para el almacenamiento de metadatos de las fotografías.

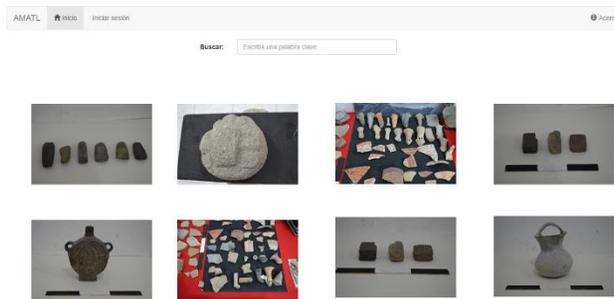


Figura 2 AMATL v1.0. Interfaz principal

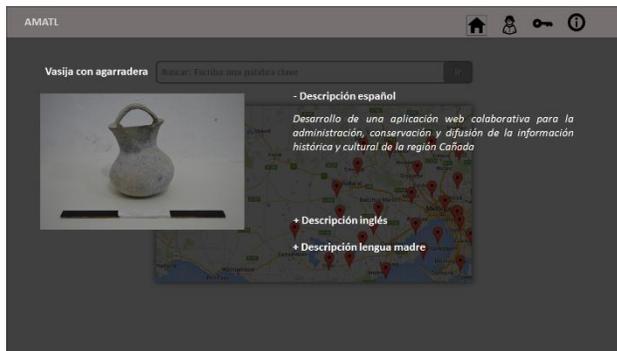


Figura 3 AMATL v1.0. Vista previa de fotografía



Figura 4 AMATL v1.0. Inicio de sesión



Figura 5 AMATL v1.0. Bandeja de entrada

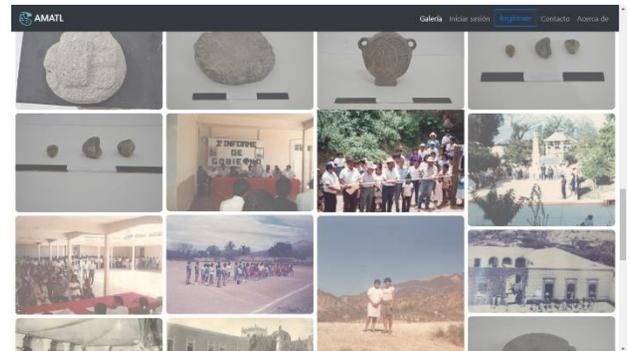


Figura 6 AMATL v2.0. Interfaz principal



Figura 7 AMATL v1.0. Vista previa de fotografía



Figura 8 AMATL v1.0. Inicio de sesión

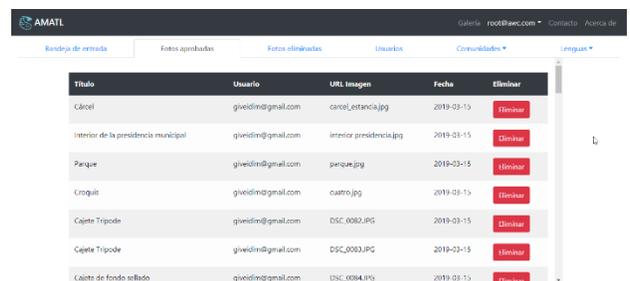


Figura 9 AMATL v2.0. Bandeja de entrada

Despliegue. Como ya se ha mencionado antes, se realizaron dos iteraciones del proceso evolutivo. La segunda versión con la que se cuenta es mucho mejor que la anterior. Gracias a las pruebas que se realizaron se pudo determinar una segunda iteración. A continuación, se presentan las pruebas realizadas.

Pruebas de unidad

Se realizaron pruebas de hebra ya que el software fue implementado usando el paradigma Orientado a Objetos.

Esto quiere decir que cada instancia de clase encapsula los atributos y métodos que manipulan a una clase. Cada hebra se integra y se prueba de manera individual. Por lo que es el foco de una prueba de Unidad.

Además de la prueba de hebra se realizó la prueba basada en uso, en la que se tuvieron que implementar y probar las clases independientes primero y después las clases dependientes.

Pruebas de validación

Una vez que se llevaron a cabo las pruebas de integración, se realizaron las pruebas de validación en la que se evaluó cada módulo del sistema. Probando todas las acciones visibles y salidas reconocibles para el usuario, que se mencionan a continuación:

Usuarios en general:

- Consultar las imágenes de la galería.

Usuario administrador:

- Iniciar sesión.
- Aprobar o rechazar fotografías.
- Dar de alta lenguas maternas.
- Bloquear usuarios.

Usuario colaborador:

- Iniciar sesión.
- Subir fotografías.
- Hacer comentarios.
- Indicar me gusta.
- Compartir en redes sociales.

Prueba alfa

En esta fase de pruebas se tomó un grupo de usuarios finales que interactuaron con AMATL en un ambiente natural. Con esto se pudieron registrar los errores y problemas de uso que surgieron con cada uno de los usuarios, así como observaciones que dichos usuarios aportaron.

En la Figura 10, 11 y 12 se muestra la evidencia de algunas de las pruebas que fueron realizadas, en distintos ambientes.



Figura 10 Fase de pruebas en un ambiente natural



Figura 11 Fase de pruebas en un ambiente natural



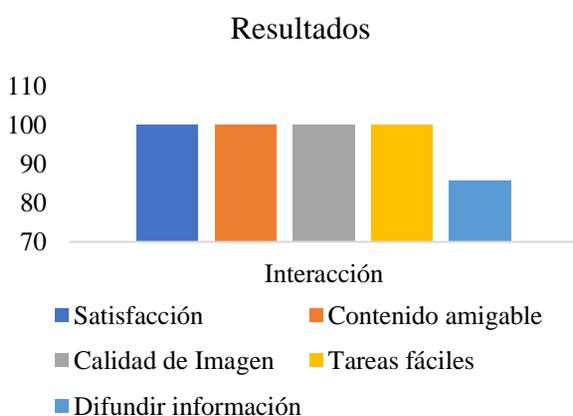
Figura 12 Fase de pruebas en un ambiente natural

Resultados

Los resultados (Gráfica 1) que fueron obtenidos en la fase de pruebas alfa, corresponden a una muestra de 7 personas a las que se le presentó el software (AMATL) en un ambiente natural.

Se llevaron a cabo todas las posibles interacciones entre el sistema y el usuario final. En base a un cuestionario cuyo objetivo fue determinar si se cumple con el propósito de AMATL se pudo obtener lo siguiente:

- El 100% de los usuarios estuvieron satisfechos con AMATL, además que seguirán usando la aplicación y la recomendarían a un amigo.
- El 100% de los usuarios mencionaron que están de acuerdo con el formato de contenido, es decir, tipo y tamaño de fuente, el uso de colores y disposición de los elementos.
- El 100% consideraron que la calidad de las imágenes es buena y que la navegación dentro de AMATL es fácil. También que las acciones que solicita la aplicación son fáciles de ejecutar y que la cantidad de elementos que se manejan no es excesiva.
- El 85.71% se convencieron de que AMATL permite dar a conocer y difundir información de interés común. Así como, conservar parte las tradiciones, costumbres y momentos históricos de esta localidad mediante la recolección y almacenamiento de fotografías digitales. Y que estas no se ven afectadas por cuestiones ambientales.



Gráfica 1 Resultados de la interacción con AMATL

Los resultados obtenidos de las pruebas a varios usuarios describen que AMATL es satisfactorio para ellos, y que las tareas solicitadas fueron fáciles de realizar en tiempo y forma.

Agradecimientos

El contenido y retroalimentación de la galería colaborativa AMATL fue posible gracias a la participación de las autoridades de Casa de la Cultura de la localidad de Teotitlán de Flores Magón y los habitantes de la misma, quienes son lo que compartieron sus fotografías.

Conclusiones

La galería colaborativa es un software que permite crear colecciones fotográficas a través de la participación de gente y su colaboración para digitalizar las fotografías y ponerlas en el sistema.

Las pruebas realizadas permiten obtener retroalimentación por parte de los usuarios y mejorar el prototipo, con los resultados obtenidos es posible seguir trabajando para mejorar la facilidad de uso de dicha aplicación. Hasta la fecha se tienen muy pocas fotografías, por lo que es importante continuar difundiendo el software a más gente y seguir construyendo colecciones fotográficas a través de las personas.

Referencias

- García-Fernández J., Fernández-Gavira J., Durán-Muñoz J., Vélez-Colón L. (2015). La actividad en las redes sociales: Un estudio de caso en la industria del Fitness. Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, no. 28.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. México: McGraw-Hill.
- Iglésias, D. (2003). La Gestión de la Imagen Digital. Universitat Pompeu Fabra, Master de Documentación Digital.
- Muñoz-Castaño, J. (2001). Bancos de imágenes: evaluación y análisis de los mecanismos de recuperación de imágenes. El profesional de la información, 2001, vol. 10, n. 3, pp. 4-18.

NMX-R-069-SCFI-2016, N. M. (2016). Documentos Fotográficos - Lineamientos para su catalogación. Secretaría de Economía: Dirección General de Normas.

Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. México: Mc Graw Hill.

Aplicación de Internet de las cosas en el monitoreo de la producción de lombricomposta

Application of the Internet of things in the monitoring of the production of vermicompost

ALANIS-TEUTLE, Raúl†*, RAMIREZ-CHOCOLATL, Yuridia, ALONSO-CALPEÑO, Mariela Juana y SANTANDER-CASTILLO, Julieta

Instituto Tecnológico Superior de Atlixco, División de la Ingeniería en Sistemas Computacionales

ID 1^{er} Autor: Raúl, Alanis-Teutle / ORC ID: 0000-0003-1852-1149

ID 1^{er} Coautor: Yuridia, Ramirez-Chocolatl / ORC ID: 0000-0002-7840-0982

ID 2^{do} Coautor: Mariela Juana, Alonso-Calpeño / ORC ID: 0000-0001-7276-1923

ID 3^{er} Coautor: Julieta, Santander-Castillo / ORC ID: 0000-0002-6998-471X

DOI: 10.35429/JCT.2019.10.3.23.32

Recibido 30 de Junio, 2019, Aceptado, 07 de Septiembre, 2019

Resumen

En el presente artículo se muestran los resultados de la aplicación de una arquitectura basada en Internet de las cosas para la producción de lombricomposta a través de una interfaz que permite monitorear y recolectar los datos de temperatura, humedad, y pH mediante sensores inteligentes que utilizan el servicio de cómputo en la nube. La metodología utilizada para la construcción de la arquitectura, se basó en una búsqueda del estado del arte en bases de datos abiertas. Para la implementación de la misma, se construyó un experimento puro con una variable dependiente y dos independientes. Los resultados obtenidos por las mediciones realizadas durante un periodo de cuatro meses, permitieron crear gráficas donde se observan los cambios constantes de temperatura en un rango de 19 a 27 °C, la humedad en el rango de 41% a 85% y el pH de 5 a 8.4 en el ácido del sustrato. Dicha información obtenida de manera ubicua, ayudó al usuario a generar un plan semanal de riego, aireación, y mezcla de la lombricomposta, con el fin de reducir tiempos, costos y esfuerzo humano. Asimismo, ayudó a mantener las condiciones ambientales óptimas para la reproducción de las lombrices.

IoT, Lombricomposta, Nube

Abstract

In this article we show the results of the application of an architecture based on Internet of things for the production of vermicompost through an interface that allows to monitor and collect temperature, humidity, and pH data through intelligent sensors that use the cloud computing service. The methodology used for the construction of the architecture was based on a search of the state of the art in open databases. For the implementation of the same, a pure experiment with a dependent variable and two independent ones was built. The results obtained by the measurements made during a period of four months, allowed to create graphs where the constant temperature changes are observed in a range of 19 to 27 °C, humidity in the range of 41% to 85% and the pH of 5 to 8.4 in the acid of the substrate. This information obtained in a ubiquitous way, helped the user to generate a weekly plan for irrigation, aeration, and mixing of the vermicompost, in order to reduce time, costs and human effort. It also helped maintain optimal environmental conditions for the reproduction of earthworms.

Internet of things, Vermicompost, Cloud computing

Citación: ALANIS-TEUTLE, Raúl, RAMIREZ-CHOCOLATL, Yuridia, ALONSO-CALPEÑO, Mariela Juana y SANTANDER-CASTILLO, Julieta. Aplicación de Internet de las cosas en el monitoreo de la producción de lombricomposta. Revista de Tecnología Informática. 2019 3-10: 23-32

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: raul.alanis@itsatlixco.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El desarrollo creciente de una gran cantidad de aplicaciones para Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas inglés Internet of Things) proporciona una amplia gama de oportunidades para crear valor agregado en diversos sectores de la industria y usuarios finales. En una de las publicaciones de Cisco, pronostica que había alrededor de 25 mil millones de objetos conectados en todo el mundo en 2015, y este número de objetos puede duplicarse para el año 2020. (Evans, 2011)

Así mismo Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin comentan que las proyecciones del impacto de la IoT sobre Internet y la economía son impresionantes y hay quienes anticipan que en el año 2025 habrá hasta cien mil millones de dispositivos conectados a la IoT y que su impacto será de US\$ 11.000.000.000.000. (Karen Rose, 2015)

Por otra parte, la tecnología de Internet de las cosas se basa en la conexión de objetos cotidianos a Internet que intercambian, agregan y procesan información sobre su entorno físico para proporcionar servicios de valor añadido a los usuarios finales. Para unir estos componentes dinámicos de la infraestructura específica de la IoT se debe adoptar una arquitectura emergente con múltiples niveles que facilite el enfoque sistemático de las soluciones de IoT. (Gerber, 2017)

La IoT es una arquitectura emergente basada en la Internet global técnica facilitando el intercambio de mercancías en una red de cadena de suministro mundial. A medida que la tendencia de la tecnología se desplaza a velocidades de datos más rápidas y menor latencia de conectividad, se espera que Internet duplique su tamaño cada 3 años y la computación en la nube puede jugar un papel clave en ese crecimiento. (Ovidiu Vermesan, 2014)

(Mell & Grance, 2011) define el cómputo en la nube como: Un modelo para permitir el acceso ubicuo a la red, conveniente y bajo demanda a un conjunto de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se puede aprovisionar y lanzar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor de servicios.

El número de aplicaciones y servicios que pueden proporcionar es prácticamente ilimitado y se puede adaptar a muchos campos de la actividad humana, facilitando y mejorando su calidad de vida en múltiples formas. Algunas de las aplicaciones y servicios IoT son: ciudades inteligentes, transporte, educación, teléfonos inteligentes, salud, servicios de energía, fabricación, compras, agricultura y medio ambiente.

El proyecto está dirigido al sector agrícola, el cual se enfoca a la siembra de todo tipo de árboles, hortalizas, plantas de ornato, para que esto se realice es necesario utilizar fertilizantes. Sin embargo, un alto porcentaje de agricultores utilizan los fertilizantes químicos esto por costumbre más que por el beneficio económico o de calidad que pudiera darle al producto final.

Actualmente se está dando un impulso para la utilización de abonos orgánicos ya que estos tienen un bajo costo, además de que ayudan a conservar la fertilidad de los suelos no dañando al medio ambiente.

Derivado de lo anterior y de las aplicaciones que han surgido en diferentes sectores se tiene como objetivo desarrollar una aplicación de IoT para el monitoreo de lombricomposta.

Por lo que en este proyecto se busca aplicar las tecnologías del Internet de las cosas (IoT) a través de una interfaz que permita monitorear mediante sensores las características de temperatura, humedad, pH y aireación del proceso de la lombricomposta desde cualquier lugar donde se encuentre el usuario para la toma de decisiones durante dicho proceso. Este proyecto es desarrollado por la Ingeniería en Sistemas Computacionales donde la producción de lombricomposta se realiza de forma artesanal y durante el análisis de su producción se detectaron los siguientes problemas: plagas como la hormiga roja y roedores, cambios en la temperatura, humedad y pH que afectan el crecimiento de la lombriz californiana.

Los cuidados más comunes que se deben observar para mantener sano y eficiente el procesamiento con las lombrices tienen que ver con proporcionarles la temperatura, humedad, acidez, aireación, así como el alimento, en el tipo y en las cantidades adecuadas.

El presente trabajo está dividido en dos secciones, la primera sección describe los referentes teóricos acerca de la lombricomposta, Internet de las cosas, arquitectura de la IoT, y computo en la nube. En la segunda sección se aborda el resultado de la implementación de la arquitectura de IoT en cuatro capas principales aplicada al proyecto.

Marco teórico

En este apartado se describe brevemente los temas que sustentan el proyecto.

Lombricomposta

La lombricomposta es considerada un excelente mejorador de suelos debido a que da cuerpo a los suelos arenosos y/o erosionados, mejorando su drenaje y su calidad nutritiva, revitaliza y estabiliza los suelos empobrecidos por el excesivo uso de fertilizantes químicos. (Agrovida, 2015)

La lombriz que se utiliza para este proceso es la lombriz roja californiana (*Eisenia fétida*) es la especie de mayor popularidad en la técnica de lombricomposteo, debido a su habilidad para digerir residuos orgánicos en condiciones de cautiverio y producir humus comercializable.

La lombriz roja californiana puede consumir entre 50% y 100% de su peso diario y duplicar su población en 90 días.

Los factores principales en la formación de la lombricomposta son:

- ◀ Temperatura óptima. 25 °C, para las lombrices.

- ◀ Potencial de Hidrógeno (pH). En el rango de 6.5 a 7.5.

- ◀ Humedad. Lo más recomendable es mantenerla entre 40-50%; lo que se considera necesario para permitir la movilidad de la lombriz entre los desechos, propiciar su fragmentación y posibilitar su respiración. (Amaro, 2015)

Para la producción de composta se pueden utilizar distintos desechos orgánicos (Valero-Soria, 2015), como son:

- Estiércol bovino
- Desechos de jardinería
- Melaza
- Residuos de caña de azúcar

Estos desechos son mezclados con tierra y manteniendo la humedad con agua.

Internet de las Cosas

El Internet de las cosas es la comunicación entre dispositivos vía Internet para el manejo de procesos utilizando sistemas embebidos, aplicaciones móviles y la nube. Haciendo uso de esto el usuario puede utilizar un dispositivo móvil para interactuar y obtener información del sistema embebido a través de la nube para el monitoreo y control de las variables. Todo esto se incluye en el nuevo concepto conocido como industria 4.0. (González-Rodríguez, 2018)

Los objetos usados en el contexto de IoT pueden ser físicos o virtuales y tienen la posibilidad de ser conectados e identificados en redes de comunicaciones y estos pueden contener información conexas que puede ser dinámica o estática. Los objetos físicos se pueden detectar, actuar sobre ellos y conectarlos un ejemplo de ellos son los robots industriales y equipos electrónicos. Los objetos virtuales son los que existen en el mundo de la información y pueden ser almacenados, procesados y se puede acceder a ellos mismos, un ejemplo son el software de aplicaciones y los contenidos multimedia. (Arévalo, 2018)

Por lo tanto, el IoT puede ser visto como una combinación de sensores y actuadores que son capaces de proporcionar y recibir información digitalizada y colocarla en redes bidireccionales capaces de transmitir todos los datos para ser utilizados por una gran cantidad de diferentes servicios y usuarios finales. (Charith Perera, 2013)

Hasta ahora el IoT consiste en 7 billones de aparatos y se espera que para el 2020 ésta cifra aumente a 50 billones. Casi la mitad de estos consumidores tendrán un aparato conectado al Internet, con lo cual el IoT será probablemente la mejor oportunidad para las industrias en un futuro, como proveedores clave para la conectividad entre los sensores, los aparatos, los centros de información y las personas.

La industria 4.0 nos plantea la posibilidad de hacer una automatización y control utilizando los diferentes componentes que conforman un proceso interconectándolos entre sí a través de Internet. (Robles-Sosa, 2018)

El Internet de las cosas proporciona soluciones basadas en la integración de tecnologías de la información, que se refiere al hardware y software utilizado para almacenar, recuperar, y procesar datos y tecnología de comunicaciones que incluye sistemas electrónicos utilizados para la comunicación entre individuos o grupos. La rápida convergencia de la tecnología de la información y las comunicaciones es en tres capas de innovación tecnológica: la nube, los datos y redes de comunicación más dispositivos. (Ovidiu Vermesan, 2014)

Los proyectos con IoT se caracterizan por el uso de múltiples sensores, utilización de dispositivos embebidos, nano-dispositivos, microcontroladores, software y hardware generalmente libre como Arduino o Raspberry. En este concepto, casi cualquier objeto puede conectarse a una red y es así como IoT tiene el reto de la heterogeneidad de dispositivos y la heterogeneidad del tráfico. El internet de las cosas debería ser capaz de interconectar trillones de objetos heterogéneos a través de internet es por tal razón la importancia de la estandarización. (Montoya Castro, Amezquita, & Henao, 2019)

Las arquitecturas y modelos de referencia de IoT ofrecen una vista panorámica de todo el sistema subyacente, por lo que se basan en proporcionar un mejor y mayor nivel de abstracción, con características específicas y detalles de implementación. (Rajkumar Buyya, 2016)

La arquitectura tiene que cumplir ciertos requerimientos para que esta tecnología sea viable. Debe permitir que la tecnología sea distribuida, donde los objetos puedan interactuar entre ellos, escalable, flexible, robusta, eficiente y segura. A continuación, se muestran los componentes unificados para la arquitectura de la IoT:

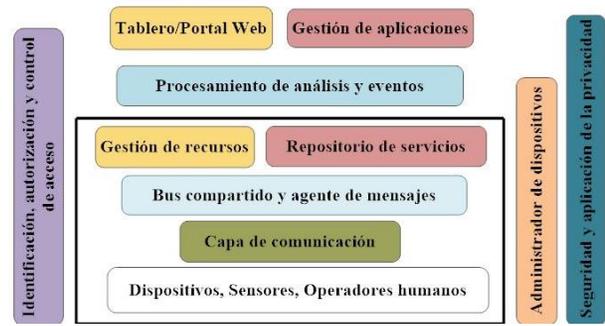


Figura 1 Componentes unificados para las arquitecturas de IoT

Fuente: Rajkumar Buyya, 2016

De manera general las arquitecturas relevantes de la IoT se dividen en diferentes módulos y estos están compuestos por capas que deben satisfacer requerimientos según su área de aplicación. Una arquitectura relevante es una herramienta esperada por un arquitecto de sistemas. Esta debería, en una forma modular mediante bloques y opciones flexibles de diseño, ser capaz de abarcar y describir sistemas específicos que no pierdan de vista los requerimientos funcionales, el desempeño, el despliegue, la estandarización de interfaces, la seguridad y la conectividad con un entorno que tiende a un esquema de movilidad IP.

En la siguiente tabla se mencionan las cuatro arquitecturas relevantes de la IoT aplicadas en la industria 4.0.

Modulo	Capas
Tres capas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capa de percepción (objetos físicos y sensores) 2. Capa de red (transporte) 3. Capa de aplicación
Cuatro capas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capa de detección 2. Capa de intercambio de Datos 3. Capa de integración de la información 4. Capa de servicio de Aplicación
Cinco capas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capa de percepción 2. Capa de transporte 3. Capa de procesamiento 4. Capa de aplicación 5. Capa de negocios
Siete capas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capa de dispositivos, sensores y controladores 2. Capa de comunicación y conectividad 3. Capa de infraestructura de la nube 4. Capa de almacenamiento de datos 5. Capa de análisis de datos 6. Capa de aplicación 7. Capa de toma de decisiones

Tabla 1 Módulos de las Arquitecturas de IoT

Fuente: Elaboración Propia, según Rajkumar Buyya, 2016; Ovidiu Vermesan, 2014; Ray, 2018

Las implementaciones de la IoT utilizan diferentes modelos de conectividad, cada uno de los cuales tiene sus propias características. (Karen Rose, 2015)

A continuación, se describen brevemente los cuatro modelos de conectividad:

1. **Device-to-Device (dispositivo a dispositivo):** El modelo representa dos o más dispositivos que se conectan y se comunican directamente entre sí y no a través de un servidor de aplicaciones intermediario (ver figura 2)



Figura 2 Comunicación dispositivo a dispositivo
Fuente: Karen Rose, 2015

2. **Device-to-Cloud (dispositivo a la nube):** El dispositivo de la IoT se conecta directamente a un servicio en la nube, como por ejemplo un proveedor de servicios de aplicaciones para intercambiar datos y controlar el tráfico de mensajes (ver figura 3).



Figura 3 Ejemplo de la comunicación dispositivo a la nube
Fuente: Karen Rose, 2015

3. **Device-to-Gateway (dispositivo a puerta de enlace):** El modelo dispositivo a puerta de enlace de capa de aplicación (ALG), el dispositivo de la IoT se conecta a través de un servicio ALG como una forma de llegar a un servicio en la nube.



Figura 4 Comunicación dispositivo a puerta de enlace
Fuente: Karen Rose, 2015

4. **Back-End Data-Sharing (intercambio de datos a través del back-end):** Se refiere a una arquitectura de comunicación que permite que los usuarios exporten y analicen datos de objetos inteligentes de un servicio en la nube en combinación con datos de otras fuentes. Esta arquitectura soporta “el deseo del usuario de permitir que terceros accedan a los datos subidos por sus sensores”.

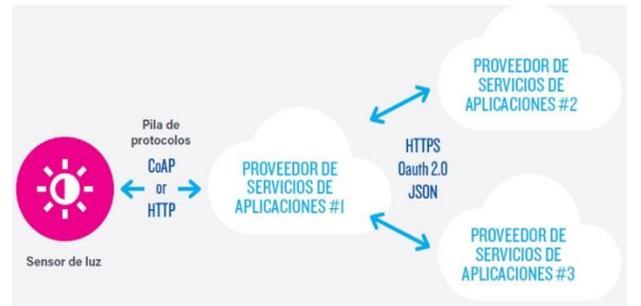


Figura 5 Intercambio de datos a través de black-end
Fuente: Karen Rose, 2015

Cómputo en la nube

El cómputo en la nube es un modelo para crear acceso conveniente, ubicuo y bajo demanda, vía Internet, a un conjunto compartido de recursos de cómputo configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios), los cuales pueden ser rápidamente asignados y provistos con un mínimo de gestión administrativa e interacción con el proveedor.

Este modelo promueve la disponibilidad; tiene cinco características esenciales, tres modelos de servicio y cuatro modelos de despliegue. (Barnard, Delgado, & Juan, 2016)

Las características esenciales, los modelos de servicio y los modelos de despliegue se muestran en la figura 6.



Figura 6 Modelos de cómputo en la nube
Fuente: Barnard, Delgado, & Juan, 2016

Desarrollo

El método de investigación a aplicar en el proyecto es cuantitativo, ya que permite la recolección de datos estadísticos, para este proyecto se requiere recabar información acerca de índices de temperatura, humedad y pH mediante sensores, y con base en ellos emitir alertas al usuario para tomar decisiones. Quedando por tanto las siguientes fases:

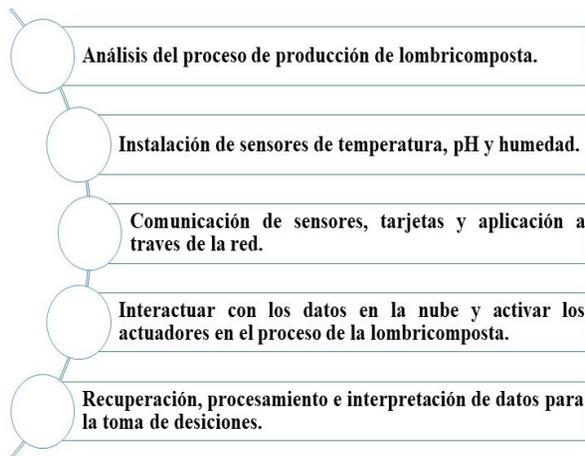


Figura 7 Fases de investigación
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con las etapas de la metodología aplicada en el proyecto se determinó utilizar el módulo de la arquitectura de IoT en cuatro capas para describir las funciones de la aplicación y el papel de cada capa, en la figura 8 se muestra las capas aplicadas al proceso de producción de la lombricomposta.



Figura 8 Arquitectura de IoT en 4 capas
Fuente: Elaboración Propia

Resultados

Los resultados de la aplicación de la arquitectura de referencia basada en Internet de las cosas para la producción de lombricomposta a través de una interfaz permiten monitorear y recolectar los datos de temperatura con un rango de 25-29 °C, humedad con un rango de 40-50%, y pH con un rango de 6.5 a 7.5%. Mediante el uso de los sensores inteligentes que utilizan el servicio de cómputo en la nube se pueden emitir alertas en tiempo real cuando uno de los valores esta fuera de los rangos ideales de las variables monitoreadas en el proceso de lombricomposta, a continuación, se describen las actividades realizadas por cada capa.

1. Capa de detección

En esta capa se consideran los dispositivos IoT necesarios para tener una comunicación directa o indirecta que harán posible la conexión a Internet, los componentes de conexión directa utilizados son: Arduino mega 2560, Ethernet Shield con conexión a Internet.

Los sensores que se utilizan para obtener los datos son el sensor digital de temperatura y humedad DTH11, así como el sensor electrodo para medir pH conectados a la tarjeta de Arduino con conexión a la base de datos en MySQL utilizando el servicio de la herramienta de XAMPP. Con dichos datos se realiza un preprocesamiento para determinar qué datos se envían a la nube y decidir el tiempo de obtención de datos o valores fuera rango de acuerdo con los parámetros establecidos en la producción de lombricomposta.

Para realizar la función del actuador se programaron y conectaron ventiladores al detectar un cambio en la temperatura. En la figura se muestra el resultado de los dispositivos conectados e instalados en el prototipo de lombricomposta.



Figura 9 Prototipo de lombricomposta con la implementación IoT

Fuente: Elaboración Propia

2. Capa de intercambio de datos

Esta capa va dirigida a soportar la conexión de los dispositivos a la red, el cual está regido por múltiples protocolos para su comunicación ya sea entre dispositivos o a la red misma.

Esta capa dispone de las herramientas necesarias para transmitir datos entre dispositivos (o servidores y dispositivos de red), y también para realizar cierto grado de procesamiento de los mismos.

A través del protocolo TCP/IP se controla la transmisión de los datos mediante la placa Ethernet Shield conectada a la placa Arduino asignando una dirección IP mediante el protocolo DHCP del Router, este deberá ser configurado previamente para determinar el rango de IP's a utilizar, la función de la tarjeta Shield es conectar el dispositivo al Router encargado de la transición de la información a la nube mediante la puerta de enlace.

3. Capa de integración de la información

El modelo de conectividad aplicado al proyecto es dispositivo a la nube, debido a que los dispositivos de la IoT se conectan directamente al servicio de la base de datos en tiempo real de Firebase para guardar los datos necesarios de la temperatura, humedad y pH que se requieren mostrar y graficar en la aplicación.

Al procesar esos datos se pueden consultar a través de la aplicación conectada a la base de datos, así que se puede decir que esta es una de las capas principales de la arquitectura de IoT del proyecto.

El procesamiento de la información y filtrado de los datos no deseados e integración de la información principal es útil para los usuarios finales. Debido a que se tienen que tomar medidas en el proceso de riego, aireación y mezcla de la lombricomposta, dichas medidas permiten evitar la muerte de las lombrices californianas, así como la disminución de su reproducción y población.

4. Capa de servicio de aplicación

Los datos recabados por los dispositivos físicos se transmiten hacia otros dispositivos o elementos de la red y se procesan en la aplicación final para un uso concreto de los datos.

La aplicación para el monitoreo de lombricomposta proporciona seguridad al productor ya que ninguna persona ajena podrá acceder a ella sin la autorización de este, una vez ingresados los datos del productor, usuario y contraseña este podrá ingresar a la aplicación como se muestra en la figura 10.

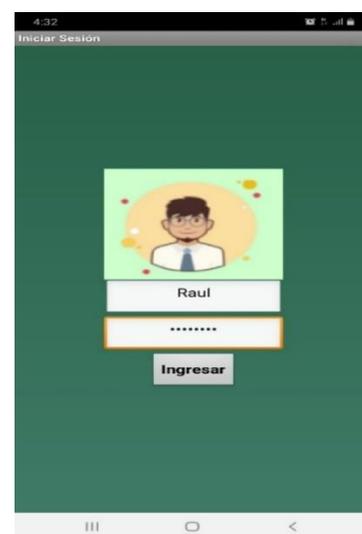


Figura 10 Inicio de sesión de la aplicación

Fuente: Elaboración Propia

Una vez validada la información del productor (usuario y contraseña) la aplicación muestra los valores en tiempo real de humedad, temperatura y pH, dichos valores son el último registro obtenidos por los sensores conectados en el prototipo de la lombricomposta.

En la figura 11 se observa que los valores están fuera de rango, lo que ocasiona que se emita una alerta y se active los ventiladores conectados al prototipo.



Figura 11 Valores en tiempo real
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 12 se muestran las opciones que tiene el usuario permitido realizar, como son consultas por rango de valores y conocer información de la lombricomposta.



Figura 12 Consulta de información
Fuente: Elaboración Propia

Al seleccionar la opción de conocer más, se muestra información general de la lombricomposta con los factores principales que debe conocer el usuario para la formación de esta. (Ver figura 13)



Figura 13 Información de lombricomposta
Fuente: Elaboración Propia

Al realizar la consulta de valores, el usuario debe seleccionar la variable que quiere conocer e ingresar el rango a consultar. En la figura 14 se observan los datos de los registros que cumplen con la condición del pH en un rango de 6 y 10% de acidez. Así mismo se puede observar los valores de las variables de temperatura y humedad obtenidos de la lombricomposta en un tiempo determinado por el usuario.



Figura 14 Consultar lecturas de datos
Fuente: Elaboración Propia

Otra opción que tiene el usuario en la aplicación es poder generar y descargar la gráfica de las variables de temperatura y humedad extraídas de la base de datos en la nube, en un tiempo predefinido, como se muestra en la figura 15. Sumado a lo anterior se puede observar la variación de los valores de las variables, estando estas en el rango ideal para la producción de la lombricomposta.

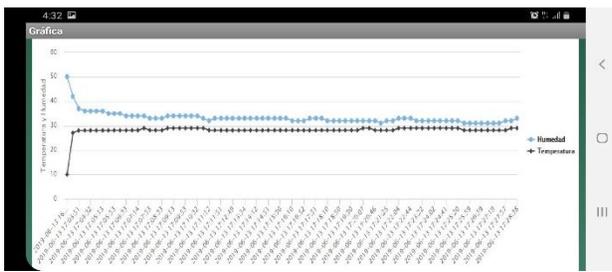


Figura 15 Gráfica de resultados

Fuente: *Elaboración Propia*

Los resultados obtenidos por las mediciones realizadas durante un periodo de cuatro meses, permitieron crear gráficas donde se observan los cambios constantes de temperatura en un rango de 19 a 27 °C, la humedad en el rango de 41% a 85% y el pH de 5 a 8.4 en el ácido del sustrato.

Dichas gráficas sirven de ayuda para tomar la decisión de realizar dos veces por semana los riegos y mezcla de la lombricomposta, así como la aireación, evitando tener malos olores y plagas. Durante este proceso se observa que la lombriz californiana se reproduce más de una vez por semana y de cada acoplamiento resultan 2 cocones de cada una de la lombriz, conteniendo cada cocón de 2 a 4 lombrices. Así mismo se observó que la lombriz va cambiando de color rosado a café oscuro y la mayoría mide entre 7 cm. a 11 cm., e incrementando su población cada mes.

Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México, al Instituto Tecnológico Superior de Atlixco, en especial a los estudiantes y a la academia de la Ingeniería en Sistemas Computacionales, por el apoyo brindado en el desarrollo del proyecto.

Conclusiones

Como se menciona en el artículo el Internet de las cosas ha tenido un impacto en los diversos sectores de la industria, por lo que se puede concluir que la implementación de dispositivos como sensores y actuadores permiten almacenar, recuperar y procesar datos con tecnologías de comunicaciones entre individuos o grupos, los cuales proporcionan una gran ventaja al trabajar con ellos, ya que no es necesaria la interacción humana para realizar una acción, aunado a que se pueden monitorear datos en forma remota permitiendo la toma de decisiones y proporcionando servicios de valor añadido a los usuarios finales.

El uso de la tecnología y la arquitectura de 4 capas de Internet de las cosas, así como el modelo de conectividad de dispositivo a la nube aplicados en la producción de lombricomposta es ideal para el monitoreo de procesos en tiempo real lo que permite tomar acciones determinadas por el usuario final, con el fin de evitar pérdidas económicas, esfuerzo humano y reducción de la población de la lombriz. Con estas acciones se puede generar más cantidad de composta y obtener un fertilizante natural ideal para cualquier tipo de planta.

El prototipo de la lombricomposta y la aplicación móvil que se describen cumplen con el objetivo planteado, recuperar los datos de humedad, temperatura y pH, con estos datos obtenidos se puede realizar una acción que permita la producción óptima de lombricomposta. Además de integrar diferentes áreas de conocimiento como son Internet de las cosas, cómputo en la nube, sistemas embebidos y aplicaciones móviles.

Sin embargo, al proyecto se le pueden adaptar e implementar la capa de negocio y la capa de toma de decisiones de la arquitectura emergente de siete capas de internet de las cosas, que permitan gestionar el proceso de la lombricomposta y aportar información al sector agrícola.

Referencias

- Agrovida, A. (2015). AGROVIDA. Obtenido de <http://agrovida.com.mx/lombricomposta.html>
- Amaro, L. M. (2015). Tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Ciencia y Desarrollo.
- Arévalo, J. A. (2018). Prototipo de un Sistema de Monitoreo de Calidad del agua subterránea en instalaciones de captación de una localidad Rural del Municipio de Tibaná – Boyacá. Bogotá, Colombia.
- Barnard, A., Delgado, A., & Juan, V. (2016). Introducción al cómputo en la nube. México: ICA/InterPARES.
- Charith Perera, A. Z. (2013). Sensing as a Service Model for Smart Cities Supported by Internet of Things. Computers and Society, 81-93.

Evans, D. (Abril de 2011). "The internet of things: How the next evolution of the internet is changing Everything." . Obtenido de http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf

Gerber, A. (04 de Octubre de 2017). Simplifique el desarrollo de sus soluciones de IoT con arquitecturas de IoT . Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/iot-lp201-iot-architectures/index.html>

González-Rodríguez, A. G.-B.-H. (2018). Automatización de una caldera pirotubular. *Revista de Ingeniería Mecánica*, 12-17.

Karen Rose, S. E. (Octubre de 2015). La Internet de las cosas-Una breve reseña. Obtenido de <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>

Mell, P., & Grance, T. (Septiembre de 2011). The NIST Definition of Cloud. Obtenido de National Institute of Standards and Technology: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistpecialpublication800-145.pdf>

Montoya Castro, Á. M., Amezquita, J. C., & Henao, C. R. (2019). Caracterización de la Línea de Investigación Redes Informáticas y Software del Centro de Gestión de Mercados Logística y Tecnologías de la Información. *Revista especializada en tecnologías Transversales de la organización*, 46-60.

Ovidiu Vermesan, P. F. (2014). *Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment*. River Publishers.

Rajkumar Buyya, A. V. (2016). *Internet of Things Principles and Paradigms*. Rajkumar Buyya, Amir Vahid Dastjerdi Elsevier .

Ray, P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. *Computer and Information Sciences*, 291-319.

Robles-Sosa, A. J.-B.-H.-C. (2018). Automatización de una mezcladora didáctica utilizando el internet de las cosas para su monitoreo. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, 1-8.

Valero-Soria, H. A.-R.-H.-C. (2015). Producción de compostas con desechos orgánicos para el aprovechamiento de agua en el suelo. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 195-199.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Tecnología Informática. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

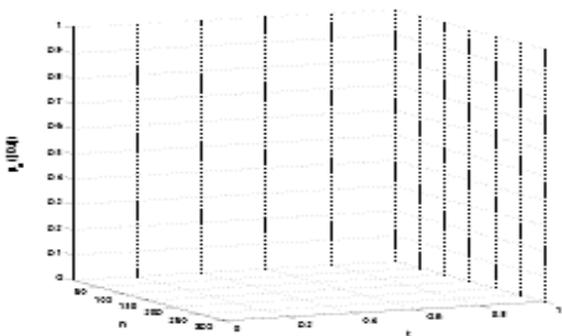


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

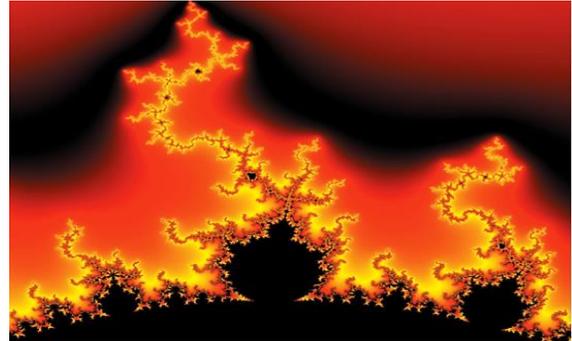


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Tecnología Informática se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Tecnología Informática emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Spain para su Revista de Tecnología Informática, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

JALIRI-CASTELLON, María Carla Konradis. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

Rosales-Borbor, Eleana. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Spain), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España.

Revista de Tecnología Informática

“Clasificador de atención de la inmediatez en el área de servicios de urgencias Médicas”

LEON-SOSA, Sandra Elizabeth, HERNÁNDEZ-BÁEZ, Irma Yazmín, SOLANO-TAPIA, Jaime Alberto y MORALES-MORALES, Cornelio
Universidad Politécnica del Estado de Morelos

“Aula interactiva 3D como recurso para la enseñanza en el Tecnológico Nacional de México campus Oaxaca”

ALTAMIRANO-CABRERA, Marisol, BENITEZ-QUECHA, Claribel, DIAZ-LARA, Carlos Alberto y TORAL-ENRIQUEZ, Fernando
Tecnológico Nacional de México Campus Oaxaca
Tecnológico Nacional De México Campus Iguala

“AMATL: Galería Colaborativa para la conservación y difusión de fotografías digitales de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca”

LÓPEZ-ANTONIO, Gilberto, SABINO-MOXO, Beatriz Adriana y MARQUEZ-DOMINGUEZ, José Alberto
Universidad de la Cañada

“Aplicación de Internet de las cosas en el monitoreo de la producción de lombricomposta”

ALANIS-TEUTLE, Raúl, RAMIREZ-CHOCOLATL, Yuridia, ALONSO-CALPEÑO, Mariela Juana y SANTANDER-CASTILLO, Julieta
Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

