

TECNOLOGÍA Y ACCESIBILIDAD

Volumen 1

**Aplicación de Tecnologías de la
Información y Comunicaciones
para mejorar la Accesibilidad**

Paola Ingavélez
José Ramón Hilera
Cristian Timbi
Luis Bengochea
(Editores)

OBRAS COLECTIVAS
TECNOLOGÍA 22

UAH

Tecnología y accesibilidad

Volumen 1

Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad

*Paola Ingavélez
José Ramón Hilera
Cristian Timbi
Luis Bengochea
(Editores)*

Volumen 1

Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad

Paola Ingavélez, José Ramón Hilera y Cristian Timbi (Editores)

1ra Edición ©Universidad Politécnica Salesiana
Av. Turuhayco 3-69 y Calle Vieja
Cuenca-Ecuador
Casilla: 2074
P.B.X. (+593 7) 2050000
Fax: (+593 7) 4 088958
e-mail: rpublicas@ups.edu.ec
www.ups.edu.ec

Edición impresa:
ISBN Obra completa: 978-9978-10-254-1
Volumen 1: 978-9978-10-255-8

Edición digital: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá
Plaza de San Diego, s/n - 28801 Alcalá de Henares (España)
ISBN: 978-84-16599-29-5

Fotografía de portada: Hubble Space Telescope image showing the spiral galaxy NGC
3021 which lies about 100 million light-years away in the
constellation of Leo Minor. Credit: NASA & ESA.
Acknowledgement: A. Riess, STScI (License Attribution).



El libro “Tecnología y accesibilidad” en el que se recogen las Actas del VII Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA2016) y de la IV Conferencia Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad (ATICAcces 2016), editado por Paola Cristina Ingavelez, José Ramón Hilera, Cristian Fernando Timbi y Luis Bengochea, se publica bajo licencia Creative Commons España 3.0 y Creative Commons Ecuador 3.0 de reconocimiento – no comercial – compartir bajo la misma licencia.

Se permite su copia, distribución y comunicación pública, siempre que se mantenga el reconocimiento de la obra y no se haga uso comercial de ella. Si se transforma o genera una obra derivada, sólo se puede distribuir con licencia idéntica a ésta. Alguna de estas condiciones puede no aplicarse, si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana

Los contenidos de esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, la Universidad de Alcalá ni de ninguna de las instituciones que han colaborado en la organización del congreso.

Tecnología y accesibilidad

Volumen 1

Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad

***Actas de la IV Conferencia Internacional sobre Aplicación
de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para
mejorar la Accesibilidad (ATICAcces 2016)***

**Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador
Campus Universitario de Cuenca
Cuenca (Ecuador)
9 - 11 de noviembre de 2016**

Editores:

**Paola Cristina Ingavélez (Univ. Politécnica Salesiana – Ecuador)
José Ramón Hilera (Universidad de Alcalá - España)
Cristian Fernando Timbi (Univ. Politécnica Salesiana – Ecuador)
Luis Bengochea Martínez (Universidad de Alcalá - España)**

Organización del Congreso

El congreso está organizado por:

Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)

La Universidad Politécnica Salesiana, nace en el año de 1994 con su Sede matriz Cuenca, en un barrio popular de tradición salesiana como lo es el Barrio el Vecino, en donde estaba asentado el Colegio Técnico Salesiano.

De las primeras instalaciones y talleres que ocupaba el Colegio Técnico Salesiano, la Universidad Politécnica Salesiana ha incrementado el número de estudiantes y proporcionalmente a este incremento han ampliado sus instalaciones, laboratorios, servicios de biblioteca, patio de comidas y espacios deportivos, propios de una universidad moderna que en la actualidad acoge alrededor de 6000 estudiantes. [www.ups.edu.ec]



Universidad de Alcalá (España)

Institución fundada en 1499 que presta el servicio público de la educación superior a través de la docencia y de la investigación, que dispone de un Campus Virtual en el que se imparten enseñanzas virtuales oficiales (grados, másteres y doctorados) y propias (títulos propios de formación continua, de experto y de máster). [www.uah.es]



Red ESVI-AL

La Red ESVI-AL de Cooperación sobre Accesibilidad en la Educación y Sociedad Virtual es un resultado del proyecto ESVI-AL, financiado por el programa ALFA III de la Unión Europea, con el objetivo de fomentar la investigación sobre accesibilidad y la mejora de la inclusión de las personas con discapacidad en la educación y en otros ámbitos de la sociedad. [www.esvial.org]



Comité de Honor

Javier Herrán Gómez sdb, *Rector de la Universidad Politécnica Salesiana ECUADOR*

Fernando Galván Reula, *Rector de la Universidad de Alcalá, ESPAÑA*

Comité Organizador

Presidentes Congreso ATICA 2016:

Bertha Tacuri C., *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Luis Bengochea, *Universidad de Alcalá (España)*

Presidentes Conferencia ATICAcces 2016:

Cristian Timbi, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

José Ramón Hilera González, *Universidad de Alcalá (España)*

Miembros:

Ana María Privado Rivera, *Universidad de Alcalá (España)*

Blanca Menéndez Olías, *Universidad de Alcalá (España)*

Carmen Sastre Merlín, *Universidad de Alcalá (España)*

Diana Monje, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Diego Quinde, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Jennifer Yopez, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Marcelo Flores, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Mauricio Ortiz, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Pablo Gallegos, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Walter Verdugo, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Comité Científico

Presidentes:

Paola Ingavélez G. *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*
Roberto Barchino Plata, *Universidad de Alcalá (España)*

Miembros:

Agustín Arcia, Universidad Tecnológica de Panamá
Agustín Longoni, Universidad Nacional del Litoral
Alejandro Rodríguez-Ascaso, UNED (España)
Alfonso Vicente, Universidad de la República de Uruguay
Alfredo Villaverde, Universidad de la República de Uruguay
Alicia Beatriz Lopez, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)
Alma De Los Ángeles Cruz Juárez, Universidad Veracruzana
Ana Castillo-Martínez, Universidad de Alcalá
Antonio García Cabot, Universidad de Alcalá (España)
Antonio Miñan Espigares, Universidad Nacional de Asunción (Paraguay)
Antonio Morerira Teixeira, Universidade de Lisboa (Portugal)
Antonio Pérez, Universidad de Murcia (España)
Audrey Romero-Pelaez, Universidad Técnica Particular de Loja
Beatriz Elena Giraldo Tobón, Universidad de Santander
Belén Meza, Universidad Nacional de Asunción (Paraguay)
Carlos Calderon Sedano, Universidad Continental (Perú)
Carmen Cano Pérez, Universidad de Alcalá (España)
Carmen Delia Varela, Universidad Nacional de Asunción (Paraguay)
Carmen Pagés Arévalo, Universidad de Alcalá (España)
Carol Roxana Rojas Moreno, Universidad Continental (Perú)
Cecilia Lammertyn, Universidad Nacional del Litoral
Concha Batanero Ochaíta, Universidad de Alcalá (España)
Covadonga Rodrigo San Juan, UNED (España)
Daniel Gamarra Moreno, Universidad Continental (Perú)
Daniel Guasch Murillo, Universitat Politècnica de Catalunya (España)
Diana Torres, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Diego Morocho, Multivisionar
Edmundo Tovar, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Eduardo Calle, Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
Elisabeth Cadme, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Emiliano Díez, Universidad de Salamanca (España)
Emma Soledad Barrios Ipenza, Universidad Continental (Perú)
Emmanuelle Gutiérrez Restrepo, Fundación Sidar (España)
Eva García López, Universidad de Alcalá (España)
Felix Andrés Restrepo, Universidad de Alcalá (España)
Gabriel León, Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
Gabriela Jurado Chamorro, Universidad Continental (Perú)
Gerardo Contreras Vega, Universidad Veracruzana

Gladys-Alicia Tenesaca-Luna, Universidad Técnica Particular de Loja
Gloria Díaz, Instituto Tecnológico Metropolitano
Guelda Carballada, Universidad Tecnológica de Panamá
Héctor Amado, Universidad Galileo (Guatemala)
Hector Montes, Universidad Tecnológica de Panamá
Isabel Cano Ruiz, Universidad de Alcalá (España)
Isabel Ramos, Universidad de Sevilla (España)
Jack Bravo, Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
Jaime Oyarzo Espinosa, Universidad de Alcalá (España)
Janet Chicaiza, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Jaquelin Guzman, Universidad de la República de Uruguay
Jesús García Boticario, UNED (España)
Joaquín Gairín Sallán, Universidad Autónoma de Barcelona (España)
Jorge Eduardo Marmolejo Aguirre, Universidad Continental (Perú)
Jorge López, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
José Amelio Medina Merodio, Universidad de Alcalá (España)
José Antonio Gutiérrez de Mesa, Universidad de Alcalá (España)
Jose Carlos Ciria, Universidad de Zaragoza (España)
José Javier Martínez Herraiz, Universidad de Alcalá (España)
José Luis Castillo Sequera, Universidad de Alcalá (España)
José Luis Del Barco, Universidad Nacional del Litoral
José Luis Martín Núñez, Grupo de Ingeniería de Organización
José María Antón Jornet, Virtual Educa (Internacional)
José María Gutiérrez Martínez, Universidad de Alcalá (España)
José Ramón Hilera González, Universidad de Alcalá (España)
Juan Aguado-Delgado, Universidad de Alcalá (España)
Juan Carlos Pérez Arriaga, Universidad Veracruzana
Juan Morocho, Universidad Técnica Particular de Loja
Julián García-García, Universidad de Sevilla (España)
Juliana Calderón, Fundación Universitaria Católica del Norte (Colombia)
Katia Montero Barrionuevo, Universidad Continental (Perú)
Lina Morgado, Universidade AbERTA Lisboa (Portugal)
Lourdes Jiménez Rodríguez, Universidad de Alcalá (España)
Lourdes Moreno, Universidad Carlos III (España)
Luciana Canuti, Universidad de la República de Uruguay
Luis Bengochea Martínez, Universidad de Alcalá (España)
Luis De Marcos Ortega, Universidad de Alcalá (España)
Luis Fernández Sanz, Universidad de Alcalá (España)
Maite Villalba De Benito, Professor
Manuel Mejías Risoto, Universidad de Sevilla (España)
Marco Herrera Puga, Universidad Continental (Perú)
María Cristina Rodríguez Sánchez, Universidad Rey Juan Carlos (España)
María Del Carmen Cabrera Loayza, Univ. Técnica Particular de Loja
María González García, Universidad Carlos III (España)
María Inés Laitano, Laboratoire Paragraphe Université Paris 8
María Isabel Farias, Organización Mundial de Personas con Discapacidad
María Jesús Lapeña Marcos, Universidad de Zaragoza
María José Baima, Universidad Nacional del Litoral

María José Escalona Cuaresma, Universidad de Sevilla (España)
María Teres Villalba de Benito, Universidad de Alcalá (España)
Markku Karhu, Helsinki Metropolia Univ. of Applied Sciences (Finlandia)
Martin González Rodríguez, Universidad de Oviedo (España)
Miguel Ángel Córdova Solís, Universidad Continental (Perú)
Miguel Angel Navarro Huerga, Universidad de Alcalá (España)
Miguel Angel Valero, Universidad Politécnica de Madrid (España)
Miguel Cárdenas Agreda, Universidad Continental (Perú)
Miguel Morales, Universidad Galileo (Guatemala)
Miguel Tupac Yupanqui, Universidad Continental (Perú)
Mónica de la Roca, Universidad Galileo (Guatemala)
Nelson Augusto Forero Paez, Universidad San Buenaventura
Nelson Piedra Pullaguari, Univ. Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Olga Santos, aDeNu Research Group (UNED)
Oscar de Jesus Aguila, Universidad Politécnica de El Salvador
Oscar Martinez, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Pablo Courault, Universidad Nacional del Litoral
Paola Premuda, Universidad de la República de Uruguay
Pedro Valcarcel, Universidad de Alcalá (España)
Regina María Motz Carrano, Universidad de la República (Uruguay)
Rene Elizalde, Universidad Técnica Particular de Loja
Roberto Antonio Argueta Quan, Universidad Politécnica de El Salvador
Roberto Barchino Plata, Universidad de Alcalá (España)
Roberto Beltrán, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Rocael Hernandez Rizzardini, Universidad Galileo (Guatemala)
Rocio Calvo, Universidad Carlos III (España)
Sergio Luján Mora, Universidad de Alicante (España)
Silvia Margarita Baldiris Navarro, Universidad de Girona (España)
Sylvana Temesio, Universidad de la República de Uruguay
Verónica Alexandra Segarra Fiaggione, Univ. Técnica Particular de Loja
Virginia Rodés, Universidad de la República de Uruguay
Vladimir Robles B., Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
Wilfredo Guzman, Organización Mundial de Personas con Discapacidad
Yolanda Patricia Preciado, Universidad Católica del Norte (Colombia)
Yuri Marquez Solis, Universidad Continental (Perú)

Desarrollo de una herramienta de análisis automático de la accesibilidad web

Alejandro Mayol Carrión, Sergio Luján-Mora¹

¹ Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Alicante
03690 San Vicente del Raspeig (Alicante)
amc179@alu.ua.es, sergio.lujan@ua.es

Resumen. El desarrollo de sitios web accesibles se ha convertido en una obligación legal en muchos países. Las herramientas de análisis automático de la accesibilidad web se pueden emplear para verificar el cumplimiento de estas obligaciones legales. Sin embargo, el empleo de una única herramienta de análisis automático no es suficiente para verificar la accesibilidad web, ya que ninguna herramienta es lo suficientemente exhaustiva y precisa como para verificar todos los requisitos de accesibilidad que se emplean en la actualidad. En este artículo se explica el desarrollo de AccesTitan, una herramienta de análisis automático de la accesibilidad web. Su arquitectura y diseño modular facilitan su mejora y ampliación para incorporar nuevas pruebas de accesibilidad. Los resultados presentados en este trabajo se pueden emplear para desarrollar otras herramientas de análisis similares.

Palabras clave: Accesibilidad web, WCAG 2.0, W3C, PhantomJS.

1 Introducción

En la actualidad, es difícil concebir nuestras vidas sin el uso de Internet y en especial de la Web. La importancia de Internet es tan grande que incluso recientemente las Naciones Unidas adoptó una resolución [1] en la que: reconocía la importancia de garantizar el acceso a Internet de todas las personas; condenaba de forma inequívoca las medidas cuyo objetivo sea impedir u obstaculizar el acceso o la divulgación de información en línea, vulnerando el derecho internacional de los derechos humanos; y alentaba a todos los países a adoptar medidas necesarias para garantizar que los sistemas y tecnologías de la información y las comunicaciones sean accesibles para las personas con discapacidad.

La Web ha alcanzado tanta importancia que en la actualidad existe mucha información y muchos servicios que sólo están disponibles en la Web. Debido a ello, muchos países han desarrollado leyes que exigen que ciertos sitios web sean accesibles para así garantizar el acceso de todas las personas, incluidas las personas con discapacidad.

La accesibilidad web implica un diseño de los sitios web que garantice que las personas con discapacidad “puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la

Web, aportando a su vez contenidos” [2]. Para ayudar a lograr esta meta, el World Wide Web Consortium (W3C), el organismo internacional que desarrolla las principales normas que gobiernan el funcionamiento de la Web, a través de la Web Accessibility Initiative (WAI) [3], lleva 20 años desarrollando normas sobre la accesibilidad web. La principal norma del WAI que ayuda a desarrollar sitios web accesibles es Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 [4].

Numerosos estudios han propuesto varios métodos de análisis [5, 6, 7, 8] como medio de medir, verificar y certificar la accesibilidad de un sitio web. Estos métodos se pueden clasificar en empíricos y analíticos. Los métodos empíricos se basan en la observación por parte de un experto o la experimentación con sujetos reales. El método empírico más conocido es el test de accesibilidad con usuarios que presenten diferentes tipos de discapacidad; los resultados que ofrece este método son muy exactos y permite detectar errores de accesibilidad que pasan desapercibidos con otros métodos, pero tiene como desventaja que su empleo es muy costoso. Debido a ello, se suelen emplear los métodos analíticos basados en herramientas de análisis automático. Numerosas herramientas de análisis automático de la accesibilidad web se han desarrollado (AccessLint, AChecker, eXaminator, TAW, Tenon.io, WAVE) [9], pero el empleo de una única herramienta no garantiza la detección de todos los problemas de accesibilidad que pueda tener un sitio web [10]. Por ello, aunque ya existan herramientas de análisis automático de la accesibilidad web, sigue siendo necesario el desarrollo de nuevas herramientas que mejoren las existentes.

En este artículo se presenta AccesTitan, una herramienta de análisis automático de la accesibilidad web. Esta herramienta está disponible en línea, se basa en el análisis de las técnicas de WCAG 2.0 y genera como salida un informe con los resultados de la evaluación. Su arquitectura modular facilita su ampliación para incorporar nuevos requisitos de accesibilidad que se puedan desarrollar en el futuro. Además, su arquitectura también permite el empleo de diferentes conjuntos de pruebas en función de los requisitos legales de cada país.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma. En la sección 2 se presentan algunos trabajos relacionados con el análisis automático de la accesibilidad web. En la sección 3 se discute el desarrollo de AccesTitan. Por último, en la sección 4 se presentan las conclusiones y los trabajos futuros que incluyen posibles mejoras de la herramienta desarrollada.

2 Trabajos relacionados

El W3C mantiene una lista de herramientas de evaluación de la accesibilidad web [9]. En el momento de redactar este artículo, esta lista incluye 79 herramientas que se clasifican en diferentes criterios. Sin embargo, sólo 30 herramientas están disponibles en línea, analizan WCAG 2.0 y generan informes con los resultados del análisis.

El W3C tiene una guía de desarrollo de herramientas de evaluación de la accesibilidad web [11]. Esta guía establece tres modos de funcionamiento para las herramientas, automático, semiautomático y manual, en función de la participación humana durante el proceso.

Varios estudios han analizado y comparado el comportamiento de las herramientas de análisis automático de la accesibilidad web [10, 12, 13, 14]. La conclusión principal de estos estudios es que no hay ninguna herramienta que sea totalmente exhaustiva y precisa, por lo que es necesario combinar los resultados obtenidos con varias herramientas para tener una idea aproximada del nivel de accesibilidad de una página web.

Desgraciadamente, existen pocos artículos científicos que expliquen con detalle cómo se puede desarrollar una herramienta de análisis automático de la accesibilidad web. En [15] se presenta EvalIris¹, una herramienta de análisis automático que emplea una especificación propia basada en XML para representar las pautas que deben ser analizadas. Este diseño permite la fácil inclusión o exclusión de pruebas de análisis mediante la modificación del documento XML. En [16] se presenta EvalAccess², otra herramienta de análisis basada en EvalIris. La usabilidad de EvalAccess se compara con Bobby y WAVE. En [17] se explica el desarrollo y funcionamiento de eXaminator³, una herramienta de evaluación que analiza un subconjunto de las técnicas de WCAG 2.0.

3 Desarrollo de una herramienta de análisis automático

El desarrollo de la herramienta de análisis automático que se presenta en este artículo se ha dividido en tres partes: análisis de WCAG 2.0, implementación y, finalmente, interfaz de usuario.

3.1 Análisis de WCAG 2.0

A la hora de desarrollar una herramienta que pueda realizar un análisis automático de la accesibilidad web, es necesario conocer en profundidad los principios, las pautas, los criterios de conformidad y las técnicas de WCAG 2.0. No todas las reglas o pruebas descritas a lo largo de las distintas secciones de WCAG 2.0 son completamente analizables de forma automática; según la regla, los resultados proporcionados por un análisis automático se pueden considerar fiables o pueden requerir de una verificación manual por parte de un experto en accesibilidad web para evitar falsos positivos o falsos negativos.

El primer paso fue estudiar en profundidad todas las técnicas suficientes y recomendables [18] y escoger las técnicas que sí se podían analizar de manera automática. Para explicar el criterio usado para decidir qué técnicas podían ser analizadas automáticamente tomaremos como ejemplo la técnica para *HTML H37: Using alt attributes on img elements*⁴. En cada técnica siempre aparecen los siguientes apartados:

¹ EvalIris: <http://www.sc.ehu.es/acwbbpke/evaliris.html>

² EvalAccess: <http://sipt07.si.ehu.es/evalaccess/evalaccesssource.html>

³ eXaminator: <http://examinator.ws/>

⁴ Techniques for WCAG 2.0 – H37: <https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/H37.html>

- Aplicabilidad: en qué elementos se puede aplicar la técnica.
- Descripción: breve información que explica por qué la técnica ayuda a mejorar la accesibilidad de una página web.
- Ejemplos: una serie de ejemplos que pueden incluir fragmentos de código HTML donde se ve reflejada la técnica o los problemas que causa su ausencia.
- Recursos: para ampliar información sobre la técnica.
- Técnicas relacionadas: las otras técnicas recogidas en WCAG 2.0 que se relacionan con la que se está tratando.
- Pruebas: procedimientos que se deben llevar a cabo para comprobar si la página web objeto de análisis cumple con la técnica en cuestión y los resultados que se deben cumplir para considerar la prueba como superada.

En el caso de la técnica de ejemplo, las pruebas que se describen son muy sencillas: examinar cada elemento `img` (*image*) y comprobar que todas las imágenes que no sean decorativas, es decir, todas las imágenes que transmiten alguna información o realizan alguna función en la página tienen un atributo `alt` (*alternative text*) para definir el texto alternativo. Esta técnica se puede analizar de manera automática de forma parcial:

- Se puede comprobar si cada elemento `img` tiene un atributo `alt`.
- Se puede comprobar si una imagen realiza una función en la página: se puede detectar si la imagen forma parte de un enlace o de un botón.
- Sin embargo, no hay forma automática de comprobar si una imagen es de carácter decorativo o informativo, por lo que el resultado deberá ser siempre respaldado por un experto en accesibilidad web.

Además, hay otras técnicas relacionadas con el elemento `img` que son difíciles de analizar, a no ser que se opte por el empleo de heurísticas. Por ejemplo, la técnica general *G94: Providing short text alternative for non-text content that serves the same purpose and presents the same information as the non-text content*⁵ implica comprobar que el texto alternativo de una imagen realiza la misma función y presenta la misma información que la imagen. Esto es imposible de automatizar en la actualidad, sin embargo, sí que es posible detectar ciertas situaciones anómalas como la presencia de palabras sospechosas, como por ejemplo “photo”, “image of” o “logo”.

También se puede aplicar una heurística para comprobar la longitud del texto alternativo. En el caso de nuestra herramienta, consideramos que un texto alternativo con una longitud inferior a 5 caracteres o superior a 100 caracteres no es adecuado.

3.2 Implementación

Una vez seleccionadas las técnicas que podían ser analizadas de forma automática, se implementó la herramienta de análisis. Se diseñó una arquitectura modular que permitiese una fácil actualización y ampliación de las pruebas a analizar. Para cada una de las técnicas en las que se podían aplicar las pruebas descritas en WCAG 2.0 de

⁵ Techniques for WCAG 2.0 – G94: <https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/G94.html>

manera automática, se creó una función en JavaScript que se encargaba de analizarla. Por ejemplo, en la Figura 1 se muestra el código para la técnica H37:

- Mediante el Document Object Model (DOM) se seleccionan todos los elementos de la página web (*document*) del tipo *img*.
- Para cada elemento *img* se comprueba si tiene un atributo *alt* y el atributo no está vacío.
- La función devuelve 0 si la prueba no es aplicable porque no existen imágenes en la página web; devuelve 1 si todas las imágenes tienen definido un texto alternativo; y devuelve 2 si alguna imagen no tiene definido un texto alternativo.

```
function testH37(document){
    var img = document.querySelectorAll("img");
    if(img.length > 0){
        for(var i = 0; i < img.length; i++){
            if(img[i].getAttribute("alt") == null){
                return 2;
            }
        }
        return 1;
    }
    return 0;
}
```

Fig. 1. Código fuente en JavaScript de la implementación de la técnica H37.

En algunos casos se aplicó una heurística en la comprobación de una técnica. Por ejemplo, en la Figura 2 se muestra el código para el fallo común *F25: Failure of Success Criterion 2.4.2 due to the title of a Web page not identifying the contents*; además de comprobar que la página tiene un elemento *title*, se comprueba que la longitud del título no es inferior a 25 caracteres, ya que la técnica *H25: Providing a title using the title element* indica que se debe comprobar que el título describe el contenido del documento y hemos considerado que un título inferior a 25 caracteres no es suficientemente descriptivo.

```
function testF25(document){
    if(document.title.length < 25){
        return 2;
    }
    return 1;
}
```

Fig. 2. Código fuente en JavaScript de la implementación del fallo común F25.

Para poder llevar a cabo un análisis de accesibilidad de manera automática se empleó lo que se conoce como “navegador sin interfaz” (*headless browser*). Este software permite abrir una página web a partir de su URL y cargar todo el contenido de la misma como si se estuviese cargado en un navegador normal. Esto es muy importante en la actualidad, ya que el empleo de un navegador sin interfaz permite el análisis del contenido de una página web generado mediante JavaScript, lo cual es

imposible mediante una evaluación basada en el análisis del código HTML de una página. Una vez cargada la página, el navegador sin interfaz permite acceder a su contenido mediante el DOM.

Los resultados del análisis se almacenan en un archivo con formato JSON. Este archivo es generado tras finalizar el proceso de análisis y es necesario para poder mostrar los resultados del análisis al usuario. En la Figura 3 se muestra un fragmento del archivo generado en el que se puede observar el resultado para la técnica H37 y el fallo común F25 que se han mostrado en la Figura 1 y la Figura 2 respectivamente. El atributo enlace contiene la URL de la técnica de WCAG 2.0 que ha sido analizada, lo que permite que el usuario pueda navegar a dicha técnica cuando se muestran los resultados en forma de página web.

```
{
  descripcion: "H37: Usar el atributo 'alt' en elementos 'img'",
  enlace: "https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/H37.html",
  test: testH37,
  resultado: 5,
},
{
  descripcion: "F25: Fallo del Criterio de Conformidad 2.4.2 debido al título de una
página que no identifica los contenidos.",
  enlace: "https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/F25.html",
  test: testF25,
  resultado: 5,
},
```

Fig. 3. Fragmento de los resultados del análisis en formato JSON.

3.3 Interfaz de usuario

El sitio web AccesTitan presenta dos partes bien diferenciadas. Por una parte, las distintas páginas que conforman el sitio web y por las que puede navegar el usuario. Desde estas páginas se inicia el análisis y se muestra posteriormente el resultado obtenido. Por otra parte, la herramienta y los archivos alojados en el servidor web que permiten llevar a cabo el análisis automático.

Desde el punto de vista de un usuario, para llevar a cabo un análisis simplemente debe introducir la URL de la página web que desea analizar en el campo de texto que se le presenta en la página principal de AccesTitan. El resultado que genera la herramienta se organiza en dos partes, tal como se puede ver en la Figura 4.

Por un lado, una puntuación de cero a diez, global y orientativa sobre el grado de accesibilidad de la página web analizada; esta puntuación está basada en la cantidad de pruebas superadas y no superadas. Además, también se muestra la fecha del análisis y la URL de la página web analizada. Por otro lado, se muestran las pruebas realizadas organizadas en los siguientes bloques: superadas, fallidas, las que requieren una revisión manual por parte de un experto y las que no se han aplicado en el análisis. En cada bloque se muestra una lista con las correspondientes pruebas; cada prueba está enlazada a la documentación sobre la técnica [17] de WCAG 2.0.



Fig. 4. Página de resultados de AccesTitan.

4 Conclusiones y trabajos futuros

Con más de 500 billones de páginas webs que se estima que existen en la actualidad, existe una necesidad imperativa de que esas páginas web sean accesibles. Las herramientas de análisis automático prestan un servicio útil que ayuda a los desarrolladores de páginas web a encontrar fallos de manera rápida y sencilla.

La mejora más evidente que se puede aplicar a AccesTitan es aumentar el número de técnicas de accesibilidad que esta herramienta es capaz de analizar; por ejemplo, se pueden implementar comprobaciones relacionadas con CSS o PDF.

Otra de las posibles mejoras es indicar en qué línea exacta del código fuente se encuentra el error de accesibilidad. De este modo, el usuario puede localizarlo de forma directa. Además, en caso de ser un error repetido a lo largo de la página web, se puede mostrar el número total de fallos y su localización.

También es interesante incorporar la posibilidad de que el usuario, al realizar el análisis, seleccione las opciones del mismo. Por ejemplo, sobre qué nivel de accesibilidad desea que se realice el análisis (A, AA o AAA), así como sobre qué reglas, es decir, WCAG 1.0 o WCAG 2.0, para que cualquier sitio web, sin importar su antigüedad, pueda ser analizado según la norma más apropiada.

Además, una gran mejora es ofrecer la opción de que el usuario descargue el análisis en un formato de texto como JSON o un archivo de lectura como PDF, para que pueda consultar el resultado del mismo en todo momento o comparar distintos análisis. Otra posibilidad es ofrecer AccesTitan mediante un servicio web que utilice REST como interfaz de comunicación.

Finalmente, también se quiere adaptar el funcionamiento de AccesTitan al proceso de evaluación de la accesibilidad web establecido por el W3C [19]. Se quiere implementar la opción de exportar los resultados de las pruebas en el formato EARL [20], lo que permitirá el intercambio de los resultados entre diferentes herramientas.

Referencias

1. United Nations – Office of the High Commissioner for Human Rights, Resolution adopted by the Human Rights Council on 1 July 2016 - 32/13. The promotion, protection and enjoyment of human rights on the Internet, http://ap.ohchr.org/documents/dpage_e.aspx?si=A/HRC/RES/32/13 (2016)
2. World Wide Web Consortium, Introducción a la Accesibilidad Web, <http://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accessibility> (2005)
3. World Wide Web Consortium, Web Accessibility Initiative (WAI), <https://www.w3.org/WAI/> (2016)
4. World Wide Web Consortium, Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, <https://www.w3.org/TR/WCAG20/> (2008)
5. Bühler, C., Heck, H., Perlick, O., Nietzio, A., Ulltveit-Moe, N., Interpreting Results from Large Scale Automatic Evaluation of Web Accessibility, Computers Helping People with Special Needs, Springer, Berlin/Heidelberg, 184-191 (2006)
6. Vigo, M., Arrue, M., Brajnik, G., Lomuscio, R., Abascal, J., Quantitative metrics for measuring web accessibility, Proceedings of the 2007 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility, 99-107 (2007)
7. Brajnik, G., A comparative test of web accessibility evaluation methods, Proceedings of the Tenth International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, 113-120 (2008)
8. Brajnik, G., Beyond Conformance: The Role of Accessibility Evaluation Methods, Proceedings of the 2nd International Workshop on Web Usability and Accessibility, 63-80 (2008)
9. World Wide Web Consortium, Web Accessibility Evaluation Tools List, <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/> (2006)
10. Vigo, M., Brown, J., Conway, V., Benchmarking Web Accessibility Evaluation Tools: Measuring the Harm of Sole Reliance on Automated Tests, Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility, 1-10 (2013)
11. World Wide Web Consortium, Developers' Guide to Features of Web Accessibility Evaluation Tools, <https://www.w3.org/TR/WAET/> (2014)
12. Luque Centeno, V., Delgado Kloos, C., Arias Fisteus, J., Álvarez Álvarez, L., Web Accessibility Evaluation Tools: A Survey and Some Improvements, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 157(2), 87-100 (2006)
13. Timbi-Sisalima, C., Martín Amor, C.I., Otón Tortosa, S., Hilera, J.R., Aguado-Delgado, J., Comparative Analysis of Online Web Accessibility Evaluation Tools, Proceedings of the 25th International Conference on Information Systems Development, 562-573 (2016)
14. Thompson, T., My Post-CSUN Comparison of Web Accessibility Checkers, <http://terrellthompson.com/blog/730> (2016)
15. Abascal, J., Arrue, M., Fajardo, I., Garay, N., Tomás, J., The use of guidelines to automatically verify Web accessibility, Universal Access in the Information Society, 3(1), 71-79 (2004)
16. Abascal, J., Arrue, M., Fajardo, I., Garay, N., An Expert-Based Usability Evaluation of the EvalAccess Web Service, HCI Related Papers of Interacción 2004, 1-17 (2006)
17. Benavidez, C., Libro blanco de eXaminator, http://examinator.ws/info/libro_blanco_examinator.pdf (2012)
18. World Wide Web Consortium, Techniques for WCAG 2.0, <https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/> (2016)
19. World Wide Web Consortium, Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM) 1.0, <https://www.w3.org/TR/WCAG-EM/> (2014)
20. World Wide Web Consortium, Evaluation and Report Language (EARL) 1.0 Schema, <https://www.w3.org/TR/EARL10-Schema/> (2011)