

Agentes Inteligentes para propiciar la Accesibilidad Web

Gabriela Miranda¹, Adriana Martín^{1, 2}, Rafaela Mazalu^{2, 3}
Gabriela Gaetán¹, Viviana Saldaño¹

¹ Unidad Académica Caleta Olivia, Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Argentina

² GIISCo, Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue, Argentina

³ Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina

{gmiranda/ amartin}@uaco.unpa.edu.ar // rafaelamazalu@gmail.com //
{ggaetan/ vivianas}@uaco.unpa.edu.ar

Resumen. A catorce años de las primeras recomendaciones de la W3C, los enfoques que asisten a la accesibilidad de productos Web siguen requiriendo de la intervención y el juicio humano. Si bien existen buenas propuestas que aplican técnicas inteligentes al proceso de evaluación y reparación, la brecha entre el soporte existente y las necesidades reales de automatización para detectar y reparar con mayor precisión las barreras de Accesibilidad, es aún muy significativa. En este trabajo se realiza un profundo relevamiento de los enfoques que dan soporte a la accesibilidad Web exhibiendo rasgos inteligentes. A tal fin, se propone un *Framework de Evaluación* donde se analizan las características de los enfoques para determinar sus fortalezas y debilidades. También y como parte de este trabajo, se propone una *Taxonomía de Agentes* para asistir al proceso de revisión en la identificación y comprensión de los agentes inteligentes.

Palabras Claves: agentes inteligentes, accesibilidad Web, usabilidad universal, recomendaciones de la W3C.

1 Introducción

“*The Visual Web*” parece emerger como una de las características que va a distinguir a la Web 3.0 y enfrenta a nuevos y complejos desafíos para propiciar la accesibilidad. Usuarios cada vez más participativos y con capacidades diferentes y/o necesidades especiales, requieren del despliegue de productos Web que faciliten el acceso a la información, comunicación y servicios.

Por otra parte, el amplio campo de estudio que abarca el desarrollo y aplicación de agentes inteligentes a la Web [13, 21], mejora la interacción hombre-computadora y comparte objetivos con otras áreas de investigación más preocupadas por el perfil humano de la Web, tales como la Usabilidad y la Accesibilidad. En particular, los agentes se incorporan a enfoques de evaluación y reparación de la accesibilidad aplicando estándares internacionales y manipulando diferentes formatos de documentos Web. Sin embargo, aún existe una brecha muy significativa entre el soporte disponible y las necesidades reales en términos de detección y reparación automáticas de las barreras de accesibilidad. Una revisión a la amplia gama de enfoques evidencia que tienen una fuerte dependencia a la intervención y al juicio humano y en general, enfo-

can sus esfuerzos en proveer productos Web accesibles para usuarios con discapacidad visual. En este contexto, se requiere de enfoques de accesibilidad que relacionen y soporten las actividades de evaluación y reparación inteligentemente.

El objetivo de este trabajo es realizar un profundo relevamiento de los enfoques que dan soporte a la accesibilidad exhibiendo rasgos inteligentes para exponer las fortalezas, y enfocar las debilidades donde se deben encausar los nuevos esfuerzos de investigación. En primer lugar, se propone una *Taxonomía de Agentes* para asistir a la identificación y comprensión de los diferentes tipos de agentes inteligentes, la cual puede crecer conforme a las nuevas revisiones del estado del arte. En segundo lugar, se desarrolla un *Framework de Evaluación* basado en el *Análisis de Características* (“*Feature Analysis*”) de la metodología DESMET [6]. Finalmente, se aplica el framework a los 8 (ocho) enfoques seleccionados para determinar el grado de evolución alcanzado por el estado del arte de los enfoques de accesibilidad inteligentes.

Este documento se organiza de la siguiente manera: En la Sección 2 se describe el concepto de “agente inteligente” y se presenta nuestra *Taxonomía de Agentes*; mientras que en la Sección 3 se describen los 8 (ocho) enfoques seleccionados. En la Sección 4 se presenta y aplica el *Framework de Evaluación*. Luego, en la Sección 5 se propone una discusión para determinar el grado de evolución del estado del arte y lo que aún está pendiente de ser explorado y desarrollado. Finalmente, en la Sección 6 se presentan las conclusiones y posibles líneas de trabajo futuro.

2 Accesibilidad Web y Agentes Inteligentes

La Web puede ser un valioso recurso para los ciudadanos con capacidades diferentes y/o necesidades especiales. Las sociedades tienen el desafío de diseñar productos Web que posibiliten la percepción, comprensión e interacción a todos sus ciudadanos [9, 17]. La comunidad de expertos W3C/WAI ofrece recursos para enfrentar la accesibilidad de: (i) contenidos, (ii) navegadores, (iii) tecnologías de asistencia, (iv) software de desarrollo (*Authoring Tools*) y, (v) software de evaluación de accesibilidad (*Assessment Tools*). Por otra parte, el desarrollo de agentes inteligentes ha permitido asistir de diversas maneras al usuario Web. Un “agente” [8] es un sistema computacional que: (i) “tiene” objetivos, sensores y efectores, (ii) “decide” autónomamente y en tiempo real que acciones llevar adelante para maximizar el progreso hacia sus objetivos y, (iii) “aprende” y se “adapta” para mejorar su efectividad. A continuación, se propone una *Taxonomía de Agentes* para llevar adelante el proceso de revisión y facilitar la identificación y comprensión de los agentes inteligentes.

2.1 Una Taxonomía de Agentes Inteligentes

Una *Taxonomías de Agentes* proporciona conocimiento para facilitar la identificación y/o selección de los tipos de agentes de un sistema con rasgos inteligentes. A partir de la profunda revisión del área de interés a este trabajo, en la Fig. 1 se propone una *Taxonomía de Agentes* inteligentes, la cual se describe brevemente a continuación.

Las dos primeras ramas polarizan entre los agentes que operan individualmente y los que operan en conjunto con otros agentes. En la rama de los *Agentes Individuales*,

Maes [8] propone clasificar los agentes de software en *Agentes de Interfaz* y *Agentes de Tarea*. Mientras los primeros, asisten al usuario y pueden actuar en su nombre al conocer sus intereses, preferencias y hábitos; los segundos, ejecutan tareas para algunos usuarios y están personalizados a una tarea específica más que a una persona. Tomas & Fischer [16] proponen además un tercer tipo de Agentes Individuales denominados *Agentes de Red* (que conocen cómo comunicarse a través de la red) y además un sub-tipo dentro de los *Agentes de Interfaz* denominados *Agentes de Vista* (que activan la vista al usuario a partir de obtener la descripción de la vista del perfil de uso.) En la rama de los *Sistemas Multiagentes*, Wong & Sycara [19] presentan dos tipos de agentes: *Agentes Finales* (“end-agents”) y *Agentes Intermediarios* (“middle-agents - MAs”). Los primeros actúan de proveedores (cuando ofrecen servicios) y de solicitantes (cuando demandan servicios); mientras que los MAs permiten la interacción entre los *Agentes Finales*. Wong & Sycara [19] proponen una taxonomía que analiza el grado de intermediación entre los *Agentes Finales* e identifican los *Agentes Matchmaker* (que no auspician exclusivamente de intermediarios) y los *Agentes Facilitadores* (que actúa como únicos intermediadores entre los *Agentes Finales*.) En este punto, cabe señalar que Moya & Tolk [12] proponen la identificación de otros parámetros que aportan a los *Sistemas Multiagentes*, tales como el ambiente del agente (mecanismo de razonamiento y cooperación), la población del agente y las características del agente en la población. Finalmente, Huang et al.[5], propone una taxonomía de agentes Web para asistir a servidores (o a clientes) de realidad virtual de dos y tres dimensiones (2D y 3D). Tal como ilustra la Fig. 1, estos tipos de agentes se ubican en las hojas de nuestra taxonomía, ya sea asistiendo a los *Agentes Individuales* o a los *Sistemas Multiagentes* cooperando entre sí o auspiciando de intermediarios, ya sea entre otros agentes o con el usuario propiamente dicho.

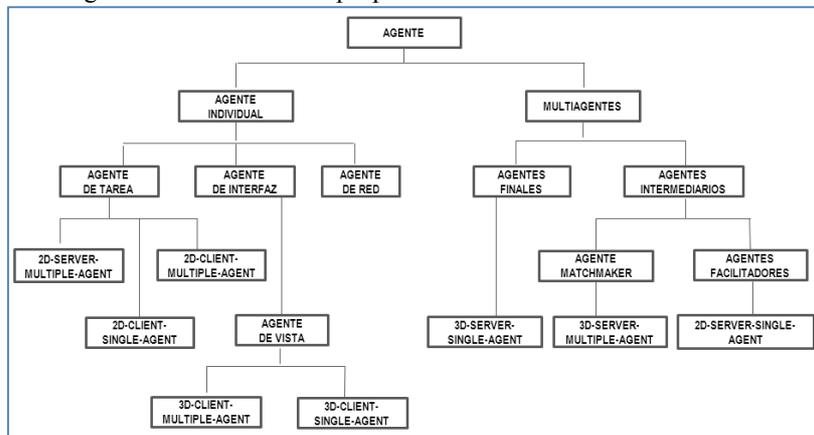


Fig. 1. Taxonomía de Agentes Inteligentes Propuesta.

3 Soporte Inteligente a la Accesibilidad Web

En base el estudio propuesto en Mazalu [10], se realiza una revisión actualizada y profunda para identificar aquellos enfoques que exhiben rasgos inteligentes y cuya

antigüedad no sea mayor a los 5(cinco) años. A continuación se presentan y describen brevemente los 8(ocho) enfoques seleccionados que incorporan el uso de agentes para dar soporte a la Accesibilidad Web.

Sistema de Filtrado de Información No Visual. Puzis [15] presenta un sistema Web denominado “Asistente Automatizado” que responde a un *Agente de Interfaz* para el filtrado de información no visual. El agente presenta sugerencias de contenido que pueden ser "consumidos" por el usuario, y acciones que pueden ser automatizadas en nombre del usuario. El *Agente de Interfaz* (asistente) puede: (i) pedirle al usuario que confirme una acción/es antes de la ejecución, (ii) pedirle al usuario que valide una acción/es luego de la ejecución o, (iii) actuar de forma totalmente autónoma. Este enfoque es potencialmente útil para usuarios con (o sin) discapacidad visual. El asistente utiliza un modelo predictivo para proporcionar sugerencias relevantes y minimizar la carga cognitiva del usuario. La característica más relevante del enfoque es la incorporación de la capacidad de filtrado a la navegación regular para: (i) reducir la gran cantidad de información que normalmente se presenta en las páginas Web y, (ii) enfocar a los usuarios en los contenidos más relevantes. El enfoque se integra en la implementación del “*screen-reader*” estándar (similar a JAWS¹) y no especifica el uso de ninguna directriz de accesibilidad en particular.

Agentes para Asistencia de Discapacitados Visuales. Zhu et al.[22] presentan un agente basado en voz denominado *Sasayaki* que aumenta la salida de voz principal de un navegador por un segundo canal (voz secundaria), proporcionando información relevante al contexto/tarea o en respuesta a solicitudes del usuario. El agente *Sasayaki* asiste a usuarios con (o sin) discapacidad visual, realizando un seguimiento mediante la voz de la situación de la navegación y del comportamiento del usuario. Un prototipo de *Sasayaki* se implementó como un plug-in para el navegador de voz denominado *aiBrowser*², y pruebas piloto indican mejoras en los tiempos de búsqueda y en el nivel de confianza del usuario; se propone a futuro una mejora para incorporar las preferencias del usuario. El enfoque no especifica el uso de ninguna directriz de accesibilidad.

Agentes para Asistencia a Adultos Mayores. Chattaraman et al.[2] propone un agente virtual para asistir a usuarios de la tercera edad en la utilización de sitios de comercio electrónico. El enfoque provee soporte a la búsqueda y navegación pero además asiste al procedimiento de compra en línea. Este tipo de agente virtual no sólo se propone para asistir a los usuarios adultos mayores, sino que se sugiere su aplicación a otros dominios tales como *e-banking*, *e-health* y *e-learning*. El enfoque no especifica el uso de ninguna directriz de accesibilidad en particular.

Agentes para la Identificación de Widgets. Chen et al.[3] proponen identificar los *widgets* a partir del código fuente mediante ingeniería inversa y evaluar la accesibilidad del contenido que manipula el *widget*. El agente aplica un método que identifica automáticamente el contenido dinámico (*widgets*) de una página Web. Para facilitar la definición e identificación de los *widgets* (los cuales muchas veces comparten elementos comunes), se propone una ontología como sistema de clasificación. La identificación de contenido Web dinámico, asiste a usuarios adultos mayores y con disca-

¹ Job Access With Speech <<http://www.freedomscientific.com/jaws-hq.asp>>

² Accessibility Internet Browser <<http://www.eclipse.org/actf/downloads/tools/aiBrowser/>>

pacidad visual, como así también puede asistir al desarrollador en la fase de diseño, ya que el agente puede sugerir el *mark-up* más adecuado para propiciar la accesibilidad. Lunn & Harper [7] proveen antecedentes a este enfoque proponiendo una herramienta denominada *SCWeb*³ que utilizan expresiones lingüísticas y videos simples para explicar el funcionamiento del contenido dinámico. El enfoque no especifica el uso de ninguna directriz de accesibilidad en particular.

Herramienta de Refactorización para Mejorar la Accesibilidad y Usabilidad. Garrido et al.[4] proponen adaptar el concepto de refactorización para mejorar los atributos externos de una aplicación Web (usabilidad y accesibilidad.) Este enfoque provee una interfaz con posibles refactorizaciones (puntos de vista personalizados y accesibles de la aplicación) para mejorar la accesibilidad Web en el navegador del cliente. La propuesta, denominada *Client-Side Web Refactoring (CSWR)*, permite crear automáticamente diferentes vistas personalizadas que mejoran el *look-and-feel*, aspectos de la estructura de navegación e interacción con la aplicación Web, preservando su funcionalidad. El proceso de refactorización remueve los *bad-smells* de usabilidad y accesibilidad, preservando el contenido y las operaciones. El CSWR se testeó con usuarios con discapacidad visual, aunque soluciones similares pueden aplicarse a otras discapacidades. El enfoque se implementa como un plug-in en la interfaz del navegador y propone compatibilidad con las directrices de la W3C.

Herramienta para Reportar Problemas de Accesibilidad. La accesibilidad en uso plantea problemas que no pueden ser resueltos solo con la conformidad a las directrices [14]. Vigo & Harper [18] proponen un método basado en la interacción con el usuario por medio de *WebTactics*, una herramienta que detecta y reporta problemas de accesibilidad a partir de la identificación de tácticas del usuario. La propuesta evalúa automáticamente la accesibilidad observando el uso del sitio Web para: (i) recopilar situaciones problemáticas que experimentan los usuarios con discapacidad visual e identificar las tácticas evasivas aplicadas, (ii) diseñar algoritmos que detecten automáticamente estos comportamientos (tácticas) para identificar problemas de accesibilidad y, (iii) aplicar los algoritmos para recolectar los problemas de accesibilidad. *WebTactics* se incorpora al navegador Mozilla Firefox e incluye el uso de agentes inteligentes. La propuesta se promueve para ser utilizada en conjunto con las directrices de la W3C.

Herramienta para Evaluación de Accesibilidad RIA. Doush et. al[1] presentan un framework conceptual para la evaluación automática de la accesibilidad de RIAs (*Rich Internet Applications*). El framework propuesto implementa un enfoque de evaluación donde a partir de un controlador y evaluador de eventos se analizan todos los componentes dinámicos. Luego, se genera un informe de síntesis de los elementos RIAs que presentan problemas de accesibilidad para ser inspeccionados por un experto. La herramienta se presenta como una extensión de un navegador Web. La propuesta considera las especificaciones WAI-ARIA para la evaluación de los componentes.

Herramienta para Evaluación de Accesibilidad. Mosqueira Rey et al.[11] proponen el framework GAEL que funciona sobre formatos HTML y CSS. La herramienta está disponible en línea para ser utilizada por desarrolladores y usuarios finales. La carac-

³ SCWeb Assistant Tool <<http://wel.cs.manchester.ac.uk/tools/extensions/scweb2/>>

terística más relevante de la propuesta es la capacidad de aprendizaje operada por dos tipos de agentes inteligentes: (i) los agentes de usuario, que son capaces de navegar hasta un URL (de una página destino) a partir de un URL (de una página origen) y, (ii) los agentes analizadores de código HTML y CSS, que son capaces de inspeccionar el código de las páginas Web y extraer los datos que son útiles para el análisis. La propuesta aplica las recomendaciones WCAG⁴ 2.0.

4 Nuestro Framework de Evaluación

El *Framework de Evaluación* está basado en el método de *Análisis de Características (Feature Analysis)*, el cual está definido dentro de la metodología DESMET[6]. El *Análisis de Características* es una evaluación cualitativa, basada en la identificación de requerimientos para una tarea o actividad particular y, el mapeo de dichos requerimientos a características que un enfoque debe proveer; en nuestro caso el enfoque debe dar soporte a la accesibilidad Web.

A continuación se proponen las 6(seis) características y las respectivas escalas de valoración, que utiliza nuestro *Framework de Evaluación* para efectuar el análisis de cada uno de los 8(ocho) enfoques seleccionados.

- **Tipo de Agente:** Se determina aplicando la *Taxonomía de Agentes* inteligentes propuesta en la Sección 2.1 (Tabla 1).

Tabla 1. Valoración para la característica Tipo de Agente.

TIPO DE AGENTE	VALORACIÓN (%)
AGENTE INDIVIDUAL (DE TAREA - DE INTERFAZ - DE RED)	50
MULTIAGENTES (FINALES - INTERMEDIARIOS)	75
COMBINACIÓN DE AMBOS	100

- **Ámbito.** Especifica la actividad de soporte que brinda el enfoque (Tabla 2).

Tabla 2. Valoración para la característica Ámbito.

ÁMBITO	VALORACIÓN (%)
EVALUACIÓN	25
EVALUACIÓN Y REPARACIÓN	50
FILTRADO Y TRANSFORMACIÓN	75
DESARROLLO	100

- **Directriz.** Indica la directriz de Accesibilidad que aplica el enfoque (Tabla 3).

Tabla 3. Escala de valores para la característica Directriz.

DIRECTRIZ	VALORACIÓN (%)
NINGUNA	0
WCAG 1.0 // ATAG 1.0	25
WCAG 2.0 // ATAG 2.0	50
WCAG 2.0 // 1.0 + ATAG 2.0 // 1.0	75
WCAG 2.0 // 1.0 + ATAG 2.0 // 1.0 + OTRAS	100

- **Ambiente de Ejecución.** Define la disponibilidad del enfoque y considera el tipo de usuario a la que está dirigida (Tabla 4).

⁴ Web Content Accessibility Guidelines (1.0 / 2.0) <<http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php>>

Tabla 4. Valoración para la característica Ambiente de Ejecución.

AMBIENTE DE EJECUCIÓN	VALORACIÓN (%)
APLICACIÓN DE ESCRITORIO (DESARROLLADOR - USUARIO FINAL)	25
EN LÍNEA (DESARROLLADOR - USUARIO FINAL)	50
EXTENSIÓN DE NAVEGADOR (DESARROLLADOR - USUARIO FINAL)	75
EXTENSIÓN DE FRAMEWORK DE DESARROLLO (DESARROLLADOR)	100

- **Grado de Inteligencia.** Analiza los rasgos inteligentes presentes en el enfoque (Tabla 5).

Tabla 5. Valoración para la característica Grado de Inteligencia.

GRADO DE INTELIGENCIA	VALORACIÓN (%)
USO DE HEURÍSTICAS (POR EJEMPLO: ANÁLISIS DEL CONTEXTO)	50
CAPACIDAD DE APRENDIZAJE	100

- **Barrera Física:** Determina la discapacidad en la cual el enfoque focaliza los esfuerzos para derribar barreras de accesibilidad (Tabla 6).

Tabla 6. Valoración para la característica Barrera Física.

BARRERA FÍSICA	VALORACIÓN (%)
AUDITIVA // TRASTORNOS EN EL HABLA Y LENGUAJE	25
PSICOMOTRIZ // COGNITIVA // NEUROLÓGICA	50
VISUAL // DETERIOROS ASOCIADOS AL ADULTO MAYOR	75
VISUAL + DETERIOROS ASOCIADOS AL ADULTO MAYOR + OTRAS	100

4.1 Aplicando el Framework

La Tabla 7 resume los resultados del proceso de evaluación de los 8(ocho) enfoques de acuerdo al *Análisis de Características* que propone el *Framework de Evaluación*.

Tabla 7. Resumen de los Resultados del Proceso de Evaluación

ENFOQUE	TIPO DE AGENTE	ÁMBITO	DIRECTRIZ	AMBIENTE DE EJECUCIÓN	GRADO DE INTELIGENCIA	BARRERA FÍSICA
PUZIS[15]	50	75	0	25	100	75
ZHU ET AL.[22]	50	75	0	75	50	75
CHATTARAMAN ET AL.[2]	50	75	0	75	50	75
LUNN & HARPER [7]	50	75	0	75	50	75
GARRIDO ET AL.[4]	50	75	100	75	50	75
VIGO & HARPER[18]	75	25	0	75	50	75
DOUSH ET AL[1]	75	25	100	75	50	75
MOSQUEIRA REY ET AL.[11]	75	25	75	50	100	75

Una primera lectura de los resultados (Tabla 7) nos permite determinar que: (i) el **Tipo de Agente** (Fig. 2) más utilizado es el agente individual de interfaz y de tarea, ya que lo utilizan 5(cinco) enfoques; (ii) el **Ámbito** (Fig. 3) preferido para propiciar la accesibilidad es aplicar filtrado y transformación de contenido, ya que lo seleccionan 5(cinco) enfoques y; (iii) el **Grado de Inteligencia** (Fig. 4) en general se remite a usar algún tipo de heurística, tal como el análisis del contexto, ya que sólo 2(dos) enfoques exhiben rasgos con capacidad de aprendizaje.

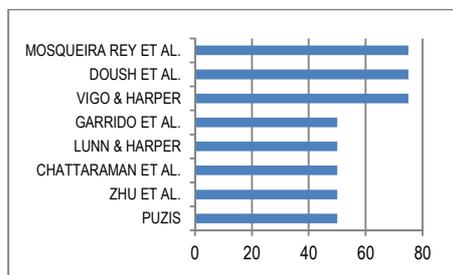


Fig. 2. Valoración de la característica Tipo de Agente.

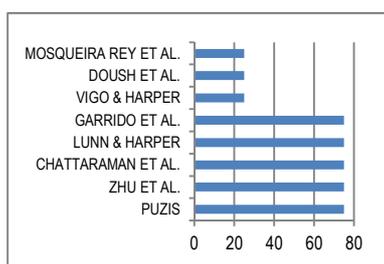


Fig. 3. Valoración de la característica Ámbito.

Con respecto a las características **Directriz**, **Ambiente de Ejecución** y **Barrera Física**: (i) sólo 3(tres) enfoques consideran especificaciones referentes de accesibilidad; (ii) 6(seis) enfoques prefieren operar como una extensión o *plug-in* del navegador Web y; (iii) los 8(ocho) enfoques están focalizados en la discapacidad visual y/o deterioros físicos asociados al adulto mayor.

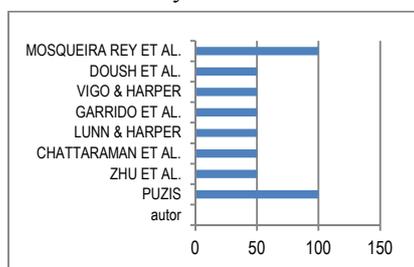


Fig. 4. Valoración de la característica Grado de Inteligencia.

5 Discusión

La *Taxonomía de Agentes* (Fig. 1), resume el desarrollo de agentes inteligentes Web de los últimos años [12, 16, 19]. Particularmente la Tabla 7, ilustra a través de sus resultados el desarrollo de los agentes de accesibilidad Web. La revisión y evaluación del estado del arte revela que un 62 % de los enfoques aplican *Agentes de Interfaz* y *Agentes de Tarea* para minimizar las barreras de accesibilidad a usuarios con discapacidad visual y a usuarios que acceden desde algún dispositivo móvil [20]. Estas preferencias en el desarrollo de agentes se debe a que: (i) estos tipos de agentes asisten

directamente a la interacción y navegación del usuario y; (ii) derribar barreras asociadas a la discapacidad visual favorece también el acceso a otros usuarios con (y sin) discapacidad. Respecto a la interacción usuario-agente, las tareas que propicia son: (i) dar soporte a operaciones en línea, por ejemplo del tipo *e-commerce* que propone el enfoque de Chattaraman et al.[2]; (ii) asistir en el uso de herramientas de comunicación, por ejemplo del tipo correo electrónico que propone el enfoque de Garrido et al.[4] y; (iii) facilitar la navegación de aplicaciones con estructuras complejas y contenido dinámico, por ejemplo del tipo RIAs que propone el enfoque de Chen et al.[3].

Propiciar la accesibilidad Web, dando buen soporte tanto del lado del desarrollador como del usuario final, es un procedimiento complejo que requiere de la participación y trabajo colaborativo de un conjunto de agentes. Los sistemas multiagentes, que combinen las fortalezas de los agentes individuales, no se han desarrollado en su máximo potencial ni aplicado en forma exhaustiva para dar soporte al usuario en la interacción y navegación. Esta es un área de trabajo que aún requiere ser explorada y desarrollada en futuras investigaciones. La construcción de perfiles de usuario, su vinculación con tipos de aplicaciones Web y el uso de repositorios accesibles, resulta una combinación de componentes que los agentes pueden orquestar con destreza para proveer soporte inteligente y facilitar verdaderamente la accesibilidad a la Web.

Las características particulares de los agentes inteligentes tales como autonomía, movilidad, adaptabilidad e iniciativa, definitivamente pueden contribuir en: (i) la evaluación de productos Web, donde la intervención y juicio humano para la detección de falsos positivos es aún causa de sobrecarga y demora en la corrección de fallas, (ii) el desarrollo de herramientas de autor que apliquen las directrices ATAG⁵ y; (iii) la transformación y filtrado de contenido en sitios Web existentes.

6 Conclusiones y Trabajos Futuros

Para asistir a la identificación y comprensión de los diferentes tipos de agentes, se propone una *Taxonomía de Agentes* inteligentes. Con esta taxonomía como referente, el objetivo de este trabajo se enfoca en: (i) realizar una revisión profunda del estado del arte de los enfoques de accesibilidad que exhiben rasgos inteligentes y; (ii) desarrollar y aplicar un *Framework de Evaluación* para analizar y determinar fortalezas y debilidades. Los resultados confirman que el grado de evolución alcanzado por el estado del arte no es suficiente para satisfacer las necesidades de accesibilidad del usuario Web. Profundizar sobre las posibilidades que ofrecen los sistemas multiagentes, nos permitirá reforzar y encausar el trabajo futuro para proveer soporte inteligente y automático que propicie la accesibilidad del lado del usuario y del desarrollador.

Agradecimientos. Este trabajo es soportado por el Proyecto UNPA 29/B144 “Diseño y Evaluación de Portales Web” y en colaboración con el Proyecto UNComa 04/F001 “Reuso Orientado a Dominios”, bajo el programa “Desarrollo Basado en Reuso”.

Referencias

1. Abu Doush, I., et al. *The design of RIA accessibility evaluation tool*. in *Advances in Engineering Software*. 2013: Elsevier.

⁵ Authoring Tool Accessibility Guidelines (1.0 / 2.0) <<http://www.w3.org/WAI/intro/atag.php>>

2. Chattaraman, V., W.S. Kwon, and J.E. Gilbert, *Virtual agents in retail web sites: Benefits of simulated social interaction for older users*. Computers in Human Behavior, 2012.
3. Chen, A.Q., et al., *Widget Identification: A High-Level Approach to Accessibility*. World Wide Web, 2012: p. 1-17.
4. Garrido, A., et al., *Personalized Web Accessibility Using Client-Side Refactoring*. 2012.
5. Huang, Z., et al. *A taxonomy of web agents*. in *Database and Expert Systems Applications, 2000. Proceedings. 11th International Workshop on*. 2000: IEEE.
6. Kitchenham, B., S. Linkman, and D. Law, *DESMET: a methodology for evaluating software engineering methods and tools*. Computing & Control Engineering Journal, 1997. **8**(3): p. 120-126.
7. Lunn, D. and S. Harper, *Providing assistance to older users of dynamic Web content*. Computers in Human Behavior, 2011. **27**(6): p. 2098-2107.
8. Maes, P., *Intelligent Software*. Scienttjic American, 1995. **Vol. 273, No.3**: p. 84-86.
9. Martin, A., A. Cechich, and G. Rossi. *Accessibility at early stages: insights from the designer perspective*. in *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*. 2011: ACM.
10. Mazalu, A.C.A.Z.R., *Utilización de Técnicas Inteligentes en el Soporte a la Accesibilidad Web*, in *Facultad de Ciencias Exactas*. 2012, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires(UNICEN): Tandil.
11. Mosqueira-Rey, E., et al., *A multi-agent system based on evolutionary learning for the usability analysis of websites*, in *Intelligent Agents in the Evolution of Web and Applications*. 2009, Springer. p. 11-34.
12. Moya, L.J. and A. Tolk. *Towards a taxonomy of agents and multi-agent systems*. in *Proceedings of the 2007 spring simulation multiconference-Volume 2*. 2007: Society for Computer Simulation International.
13. Peredo, R., et al., *Intelligent Web-based education system for adaptive learning*. Expert Systems with Applications, 2011. **38**(12): p. 14690-14702.
14. Power, C., et al. *Guidelines are only half of the story: accessibility problems encountered by blind users on the web*. in *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems*. 2012: ACM.
15. Puzis, Y. *An interface agent for non-visual, accessible web automation*. in *Adjunct proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology*. 2012: ACM.
16. Thomas, C.G. and G. Fischer. *Using agents to improve the usability and usefulness of the World-Wide Web*. in *Fifth International Conference on User Modeling*. 1996.
17. Trewin, S., et al. *Accessibility challenges and tool features: an IBM Web developer perspective*. in *Proceedings of the 2010 international cross disciplinary conference on web accessibility (W4A)*. 2010: ACM.
18. Vigo, M. and S. Harper. *Evaluating accessibility-in-use*. in *Proceedings of the 2013 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A), W4A*. 2013.
19. Wong, H.C. and K. Sycara. *A taxonomy of middle-agents for the internet*. in *Proc. 4th Int'l Conf. Multiagent Systems*. 2000.
20. Yesilada, Y., G. Brajnik, and S. Harper, *Barriers common to mobile and disabled web users*. Interacting with Computers, 2011. **23**(5): p. 525-542.
21. Zhou, L., A.S. Mohammed, and D. Zhang, *Mobile personal information management agent: Supporting natural language interface and application integration*. Information Processing & Management, 2012. **48**(1): p. 23-31.
22. Zhu, S., et al. *Sasayaki: an augmented voice-based web browsing experience*. in *Proceedings of the 12th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. 2010: ACM.