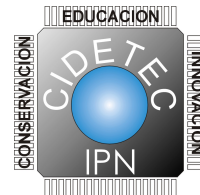




**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**CENTRO DE INOVACIÓN Y DESARROLLO**  
**TECNOLÓGICO EN CÓMPUTO**



**Sistema de aprendizaje no supervisado para la detección y automatización de tareas repetitivas en el entorno de una computadora**

Tesis que para obtener el grado de  
**Maestro en Tecnología de Cómputo**

Presenta  
**Ricardo González Tello**

Directores  
**Dr. José Félix Serrano Talamantes**  
**Dr. Mauricio Olguin Carbajal**

México, D.F.

Junio del 2017.

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Justificación . . . . .	1
1.2. Planteamiento del problema . . . . .	2
1.3. Propuesta de trabajo . . . . .	2
1.4. Objetivo general . . . . .	3
1.5. Objetivos específicos . . . . .	3
1.6. Metodología . . . . .	3
1.7. Cronograma de actividades . . . . .	3
<b>2. Avances Recientes</b>	<b>5</b>
2.1. Avances Recientes . . . . .	5

# Índice de figuras

1.1. Ejemplo del árbol ideal generado al pasar 20 días de uso de una PC. . . . .	2
1.2. Diagrama de GANTT del cronograma de actividades. . . . .	4
2.1. Ejecución de un archivo por lotes en Linux. . . . .	6
2.2. Interfaz de usuario de Pulover’s Macro Creator con una macro de ejemplo. .	6
2.3. Ambiente del juego de acción. . . . .	7
2.4. Sistema experimental de la soldadora. . . . .	7
2.5. Robot humanoide actor en escenario real. . . . .	8
2.6. Robot virtual en “sophie’s kitchen”(La cocina de Sofia). . . . .	9

# Índice de tablas

# Introducción

Como nos ha marcado la experiencia, la computadora al igual que cualquier otra máquina fue diseñada para facilitar la vida de las personas con las tareas repetitivas, ya sea acelerando o automatizando tareas, así mismo se ha llegado a un punto en la operación de la computadora en la que se realizan tareas de forma mecanizada ya que no hay variantes en estas.

Los desarrolladores de software han contribuido a la automatización de estas tareas, sin embargo, cuando el software no es específico para una persona sino para un sector de la población, las necesidades llegan a ser variadas de un usuario a otro lo que genera un software con múltiples funciones de las cuales cada usuario usa un conjunto diferente, por lo tanto, mientras más genérico se quiere hacer un software, más complicado será su uso.

Algunos de los desarrollos enfocados a la automatización de acciones humanas con las variantes involucradas en el mundo real principalmente son aplicaciones de la robótica, sin embargo, las soluciones propuestas también pueden ser enfocadas a un ambiente virtual.

La propuesta presentada va enfocada al apoyo de las personas con acceso a la computadora, pero que debido a sus capacidades físicas no puede usar el equipo con la misma agilidad que una persona con todas sus facultades. Estas son las Personas con Movilidad Reducida(PMR), que principalmente, por cuestiones laborales tienen que trabajar con una computadora y que por su discapacidad se les dificulta el uso de la misma.

Por lo tanto, en este trabajo de investigación se propone desarrollar un sistema que permita el monitoreo de las acciones del usuario realizadas en una computadora personal (PC, Personal Computer) y obtener la secuencia de acciones frecuentes para su posterior reproducción.

## 1.1. Justificación

A nivel mundial, la discapacidad va en aumento dado que la población está envejeciendo y son pocos los programas privados y gubernamentales que apoyan a este grupo de personas[14]. Con referencia a los datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda de 2010 era poco más del 5 % de la Población de México la que presentaba algún tipo de discapacidad, pero se puede apreciar que esta cifra va en aumento ya que en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gasto de los Hogares (ENIGH) de 2012 fue el 6.6 % el porcentaje de la población la que tenía alguna discapacidad[15].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Mundial propusieron en 2011 [14] una estrategia de colaboración entre el sector privado y gubernamental para rehabilitar e

incorporar a la sociedad a las personas discapacitadas y así poder aprovechar el potencial de toda esta gente. Algunas de estas propuestas tienen por objetivo proporcionar accesibilidad en los servicios convencionales, por ejemplo transporte y educación, así como adiestrar a los servidores públicos, para que las personas sean tratadas con los cuidados necesarios.

## 1.2. Planteamiento del problema

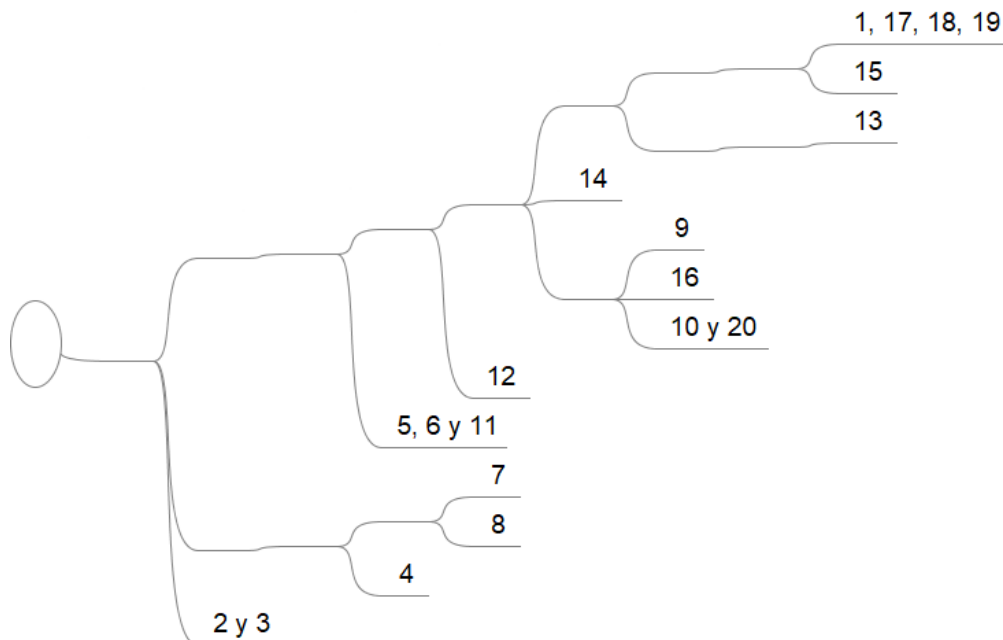
La población de Personas con Movilidad Reducida (PRM) va en aumento en México y con el uso de la computadora como algo imprescindible en la actualidad, la discapacidad de estas personas puede representar un obstáculo en su desarrollo laboral.

## 1.3. Propuesta de trabajo

Como un apoyo a las personas cuya discapacidad representa un obstáculo para interactuar de manera ágil y precisa con las computadoras de escritorio, se plantea desarrollar un sistema de reconocimiento de patrones con la capacidad reproducir las acciones que tengan mayor incidencia de uso.

Para el desarrollo del proyecto se plantea utilizar una estructura de datos en árbol, en la cual se van a almacenar las acciones que el usuario realice, para posteriormente cuantificar las incidencias de cada rama, esto entregará las secuencias útiles. Una vez detectada, se le solicitará al usuario un nombre para esta secuencia por el cual pueda ser invocada posteriormente.

En la imagen 1.1 se muestra un ejemplo ideal del árbol esperado después de 20 días de uso de una PC por la misma persona al realizar sus actividades cotidianas, donde cada camino desde el nodo raíz hasta el nodo hoja representa las acciones realizadas por el usuario durante un día.



## 1.4. Objetivo general

Diseñar y desarrollar un software que defina a partir de un periodo de tiempo determinado el conjunto de acciones con mayor incidencia de uso por un usuario realizadas en una computadora por un usuario, para su uso posterior.

## 1.5. Objetivos específicos

- Desarrollar del sistema para la captura de acciones, tanto del ratón como del teclado.
- Propuesta, creación e implementación de árbol.
- Obtener una muestra de las acciones realizadas con el teclado y el ratón por un usuario en una computadora.
- Diseñar y desarrollar el algoritmo para la determinación de tareas repetitivas.

## 1.6. Metodología

Con el propósito de desarrollar y lograr los objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación, se plantearon siguientes metas:

### Metas

- Investigación de sistemas similares.
- Recopilación de resultados de sistemas similares.
- Desarrollo del sistema de captura de datos.
- Obtención de los datos de ejemplo.
- Desarrollo del Sistema de procesamiento de datos.
- Realizar pruebas del sistema.
- Realizar un análisis comparativo de los resultados.

## 1.7. Cronograma de actividades

	Semestre 1		Semestre 2		Semestre 3		Semestre 4	
Escritura Manuscrito (Tesis)								
Examen de Grado								
Asistencia a Congreso 2017								
Publicación Artículo								
Asistencia a Congreso 2018								
Diseño de la propuesta								
Programar el Recolector de Datos								
Desarrollo del Software								
Pruebas del Software								
Recolectar Datos de Prueba								

Figura 1.2: Diagrama de GANTT del cronograma de actividades.



## Avances Recientes

En este capítulo se muestran los trabajos relacionados al proyecto propuesto en este documento y una breve descripción de estos, se podrá observar una diferencia temática entre la temática de los trabajos mostrados; empezando por aquellos que tienen por objetivo ayudara a los discapacitados, posteriormente los trabajos cuyo objetivo es que un robot mecánico o virtual realice tareas de manera similar a como las haría un ser humano y finalmente se muestran métodos para trabajar con datos categóricos, de manera más específica, datos nominales, ya que se contempla desarrollar un clasificador no supervisado de datos nominales.

Las Opciones de accesibilidad de Microsoft Windows han permitido que su sistema operativo sea posible usarlo sin importar las condiciones físicas del usuario [10]. A continuación, se menciona una breve descripción de estas opciones.

- Lupa: Aumenta el tamaño del contenido de la pantalla para que sea más fácil leerlo [11].
- Narrador: Esta función es una ayuda auditiva que ayuda a saber cuáles son las ventanas abiertas y su contenido, por medio de una voz sintetizada [11].
- Teclado en pantalla: Como su nombre lo indica es un teclado virtual con el cual podemos escribir presionando la pantalla, en caso de ser un dispositivo táctil, o presionando los botones con el ratón [11].
- Contraste alto: Otra ayuda visual para poder distinguir mejor los elementos en pantalla modificando el contraste de Windows [11].
- Reconocimiento de voz: Es una herramienta de dictado con la cual se puede escribir y manipular aplicaciones e incluso el mismo sistema operativo por medio de comandos de voz [12].

Aunque no esta considerado dentro de las opciones de accesibilidad de Windows, el asistente Cortana facilita la realización de algunas tareas por medio de comandos de voz, por ejemplo, apertura de programas, la manipulación de recordatorios, mensajes de texto y correo electrónico [13].

Los archivos por lotes (Batch o Script Shell) [1] son archivos que contienen instrucciones para el sistema operativo en formato ASCII por lo que son dependientes de él, por lo general

tienen la extensión `.bat` o `.sh`, sin embargo, para el caso de UNIX esto no es obligatorio. En la imagen 2.1 se muestra el código de un archivo por lotes y la ejecución en consola.

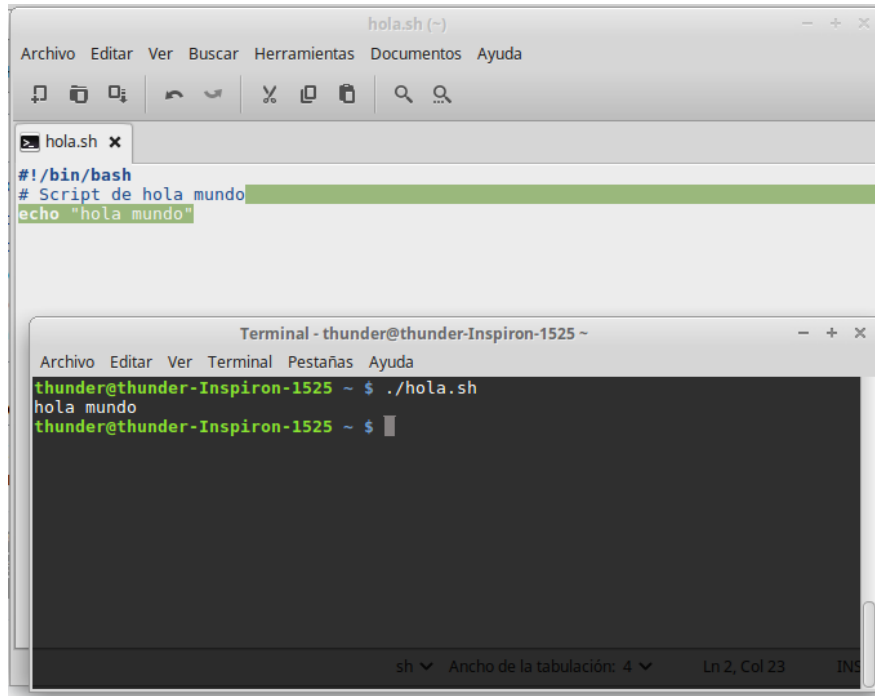


Figura 2.1: Ejecución de un archivo por lotes en Linux.

Pulover's Macro Creator[2], desarrollado y mantenido principalmente por Rodolfo U. Batista, es una herramienta de automatización y creación de scripts basada en el lenguaje "AutoHotKey". Este creador de macros facilita la tarea de la creación del script por medio de su interfaz gráfica ó con la grabadora de macros que proporciona. Entre sus características destaca el proporcionar control de ventanas en segundo plano y sentencias de control(ciclos y condicionales). En la imagen 2.2 se puede observar la interfaz de usuario del software.

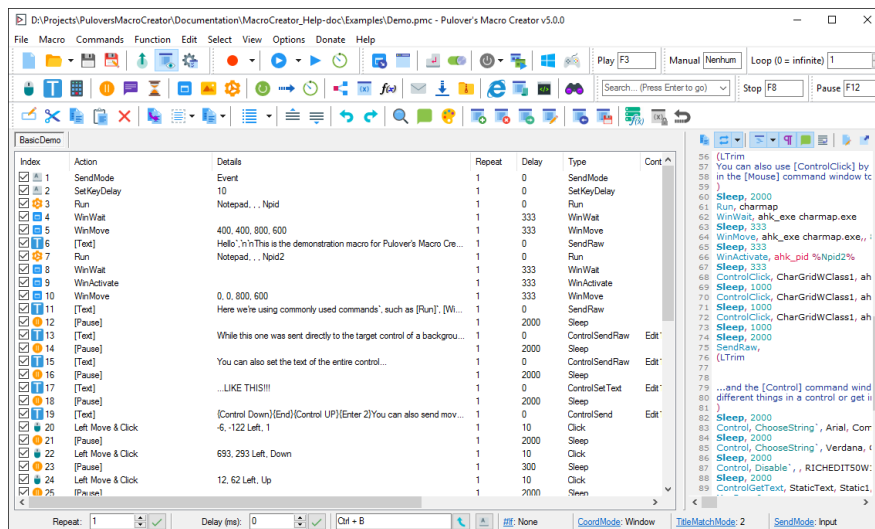


Figura 2.2: Interfaz de usuario de Pulover's Macro Creator con una macro de ejemplo.

Un trabajo desarrollado por la Universidad de Tsukuba en Japón[3], tiene por objetivo el crear un oponente virtual al nivel de un oponente humano que represente un reto para el jugador. Para lograr esto se crearon perfiles con las estrategias de los jugadores y posteriormente se reproducen en otra partida, en la imagen 2.3 se muestra el entorno del juego.

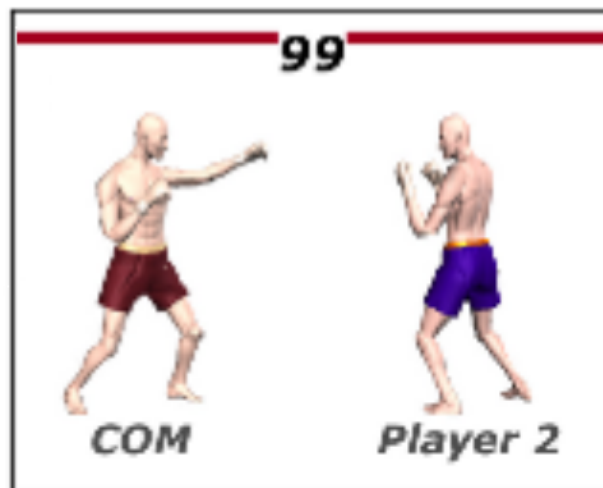


Figura 2.3: Ambiente del juego de acción.

En el trabajo desarrollado en la Universidad Tecnológica de Lanzhou en China [4], hacen un análisis del comportamiento del soldador experto humano utilizando un sistema de inferencia neurodifuso adaptativo (ANFIS, por sus siglas en inglés) para su automatización, considerando las variables de los materiales usados y caracterizando la tarea del soldador humano. En la imagen 2.4 se puede apreciar el sistema experimental resultante del proyecto mencionado.

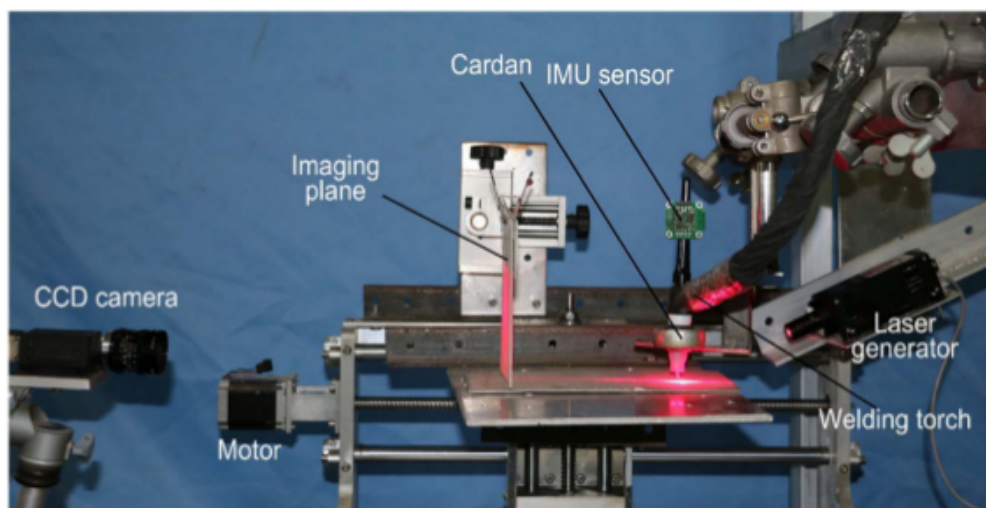


Figura 2.4: Sistema experimental de la soldadora.

En el ambiente artístico [5], el trabajo desarrollado en Japón por la Universidad de artes de Tokyo y la Universidad de Osaka, cuyo objetivo era brindar un comportamiento natural humano a un Robot Humanoide. Para cumplir esto utilizaron el conocimiento del director de

escena Hirata, que dada la precisión en sus instrucciones a los actores, facilita la traducción de esas órdenes a las reglas para el robot humanoide, además, desarrollaron una interfaz de usuario para que el manejo del robot sea más sencillo, ayudando a los principiantes, ya que proporcionan menos datos se puede obtener buenos resultados. Como se puede observar en la imagen 2.5 el robot llegó a desempeñar un amigo del personaje principal en la obra “Night on the milky way train” (El tren nocturno de la vía láctea) en un escenario real.



Figura 2.5: Robot humanoide actor en escenario real.

El trabajo desarrollado por la Universidad de Plymouth, Universidad de Lincoln ambas en el Reino Unido y la Universidad de Gante en Bélgica [6], realiza un análisis comparativo de su método SPARC (Supervised Progressively Autonomous Robot Competencies) con el IRL (Interactive Reinforcement Learning), estos dos métodos se basan en el aprendizaje automático de un robot, haciendo que un ser humano con conocimiento del tema apruebe la actividad que está realizando o que va a realizar el robot. Ambos sistemas fueron probados en un ambiente virtual nombrado “sophie’s kitchen”(La cocina de Sofia) cuyo objetivo es hornear un pastel, la imagen 2.6 muestra al robot en la cocina con los materiales necesarios para realizar la tarea.



Figura 2.6: Robot virtual en “sophie’s kitchen”(La cocina de Sofia).

El trabajo realizado en la Universidad Nacional Chiao Tung y el Instituto Politécnico Kaohsiung ambos en Taiwán[7], propone un algoritmo que imite el comportamiento del aprendizaje humano como una solución al aprendizaje automático en ambientes imperfectos, por ejemplo, cuando la información esta incompleta. Este algoritmo demuestra en los experimentos realizados ser superior al algoritmo ID3 y PRISM.

## Capitulo III

### 3.1. Teoría de árboles

En términos matemáticos un árbol es un grafo  $T$  el cual se puede definir de la siguiente forma[8]:

- “Un grafo se llama árbol si y solo si, está libre de circuitos y es conexo.”
- “Un vértice de grado 1 en  $T$  se denomina un vértice terminal (o una hoja).”
- “Un vértice de grado superior a 1 en  $T$  es un vértice interno (o un vértice de rama).”

Los arboles son muy usados en la actualidad ya que permiten darle sentido a la información contenida, gracias a la asociatividad, parentización y prioridad que este permite de manera implícita. Entre sus usos múltiples en el área de la informática se pueden destacar los siguientes; relaciones entre módulos de programación, arboles de decisión en inteligencia artificial y representaciones gramáticas[9].

Una forma de ver a un árbol puede ser como un solo nodo, esté recibe el nombre de nodo raíz, al cual se le puede enraizar un sinfín de arboles lo que da origen a un árbol con otras características, dependiendo del resultado se le puede clasificar en alguno de los modelos existentes, por ejemplo; árbol general o árbol binario[9].

El árbol general es un modelo con una cantidad indeterminada de nodos hijos, mientras que el árbol binario es un caso particular del árbol general ya que este tiene la característica de tener siempre en cada nodo 2 nodos hijos como máximo, cabe mencionar que este es uno de los modelos a mas usados, así como el ultimo caso mencionado, hay arboles que tienen una cantidad fija de nodos hijos, de manera general estos son llamados arboles n-arios [9].

# Bibliografía

- [1] A. Silberschatz, *Sistemas operativos*, quinta edi ed., P. E. R. Vázquez, Ed. Mexico: Addison Wesley Longman de México, S.A. de C.V., 1999.
- [2] R. U. Batista, “Pulover’s Macro Creator – The Complete Automation Tool.” [Online]. Available: <http://www.macrocreator.com/>
- [3] a. Nakano, A. Tanaka, and J. Hoshino, “Imitating the behavior of human players in action games,” *Entertainment Computing-ICEC 2006*, pp. 1–4, 2006. [Online]. Available: <http://www.springerlink.com/index/g271642r6722687m.pdf>
- [4] G. Zhang, Y. Shi, Y. F. Gu, and D. Fan, “Welding torch attitude-based study of human welder interactive behavior with weld pool in GTAW,” *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 48, no. August 2016, pp. 145–156, 2017. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcim.2017.03.009>
- [5] S. Nishiguchi, K. Ogawa, Y. Yoshikawa, T. Chikaraishi, O. Hirata, and H. Ishiguro, “Theatrical approach: Designing human-like behaviour in humanoid robots,” *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 89, pp. 158–166, 2017. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.robot.2016.11.017>
- [6] E. Senft, P. Baxter, J. Kennedy, S. Lemaignan, and T. Belpaeme, “Supervised autonomy for online learning in human-robot interaction,” *Pattern Recognition Letters*, vol. 0, pp. 1–10, 2016.
- [7] K. C. Chang, T. P. Hong, and S. S. Tseng, “Machine learning by imitating human learning,” *Minds and Machines*, vol. 6, no. 2, pp. 203–228, 1996.
- [8] SUSANNA S. EPP, *MATEMATICAS DISCRETAS CON APLICACIONES*, 4th ed., CENGAGE LEARNING, Ed., 2012.
- [9] X. Gutiérrez, *Estructuras de datos: especificación, diseño e implementación*, ser. Politecnos: Computación y control. Universitat Politècnica de Catalunya, 1999. [Online]. Available: <https://books.google.com.mx/books?id=ySST2zEUbD4C>
- [10] Daniel Hubbell, “Making progress on accessibility with the Windows 10 Anniversary Update – Microsoft Accessibility Blog,” 2016. [Online]. Available: <https://blogs.msdn.microsoft.com/accessibility/2016/07/01/making-progress-on-accessibility-with-the-windows-10-anniversary-update/>

- [11] “Windows accesible para todos: así es el centro de accesibilidad,” 2014. [Online]. Available: <https://www.xatakawindows.com/bienvenidoawindows8/windows-accesible-para-todos-asi-es-el-centro-de-accesibilidad>
- [12] “Cómo usar el reconocimiento de voz - Ayuda de Windows,” 2016. [Online]. Available: <https://support.microsoft.com/es-mx/help/14213/windows-how-to-use-speech-recognition>
- [13] “¿Qué es Cortana?” 2017. [Online]. Available: <https://support.microsoft.com/es-mx/help/17214/windows-10-what-is>
- [14] Organización Mundial de la Salud, “Informe mundial sobre la discapacidad,” Tech. Rep., 2011. [Online]. Available: [http://who.int/disabilities/world{\\_}report/2011/summary{\\_}es.pdf](http://who.int/disabilities/world{_}report/2011/summary{_}es.pdf)
- [15] V. Milosavljevic and D. Alméras, “INFORME REGIONAL SOBRE LA MEDICIÓN DE LA DISCAPACIDAD,” Organización de las Naciones Unidas, Santiago, Tech. Rep., 2014. [Online]. Available: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36906/1/S1420251{\\_}es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36906/1/S1420251{_}es.pdf)