

Selección de Sistemas Operativos apropiados para extender la vida útil de residuos electrónicos (RAEE)

Eduardo Rodríguez¹, Claudia Deco^{1,2}, Luciana Burzacca^{1,2}, Santiago Costa¹,
Cristina Bender^{1,2}, Cristian Del Giglio¹

Facultad de Química e Ingeniería del Rosario, Universidad Católica Argentina
Universidad Nacional de Rosario
{ejrodriguez, cdeco, lburzacca, santiagocosta, cbender}@uca.edu.ar

Resumen

En la actualidad los gobiernos, empresas e individuos se encuentran ante la problemática de los residuos electrónicos (RAEE). Anualmente se generan millones de desperdicios dentro de esta categoría y la velocidad con la que avanza la tecnología hace que diariamente se incorporen mayor cantidad de dispositivos. Existen oportunidades para que dispositivos desechados, luego de un tratamiento adecuado, puedan ser reutilizados con distintos fines. Dentro de este proyecto se propone seleccionar, analizar y testear distribuciones de sistemas operativos que extiendan la vida útil de los equipos de computación personal permitiendo así su reutilización con el fin de lograr un impacto positivo en la sociedad y al mismo tiempo reducir los RAEE. Los resultados obtenidos hasta el momento, muestran que existen distribuciones de sistemas operativos adecuadas para enfrentar el desafío planteado en computadoras de más de ocho años de antigüedad.

Palabras Claves: RAEE, Sistemas Operativos, Reutilización de PCs.

Contexto

Esta línea de I+D se está llevando a cabo a través de un proyecto del Departamento de Investigación

Institucional de la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario de la Universidad Católica Argentina. El proyecto involucrado es: PID UCA “Propuesta de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Electrónicos” (2017 - 2020).

Introducción

En la Argentina todavía existe poca conciencia sobre la importancia que posee el tema de los Residuos Electrónicos (RAEE). Este tipo de residuos tiene un crecimiento exponencial y constante. Produce un gravísimo impacto ambiental y pérdida económica ocasionada a partir de su no reutilización y su no reciclado. A los fines de poder proponer soluciones al problema se estudian el impacto ambiental que implica no tratar el residuo, la elaboración de propuestas de legislación específica, el diseño de sistemas integrales de gestión, como también el estudio de proyectos de emprendimientos logísticos y de tratamiento para la valorización de los mismos, que resulten sustentables y viables económicamente, e inspirados en las mejores prácticas de gestión ambiental existentes a nivel mundial.

El promedio mundial de RAEE generado por habitante por año se estima en 7 kg, estando actualmente la Argentina por sobre el promedio en unos 8,5 kg y se estima en 15 kg para el año 2025 [1]. Muchos de los equipos descartados están

en funcionamiento, y pueden tener una extensión de su vida útil si son recuperados a tiempo.

Los RAEE constituyen una verdadera Mina de Oro Tóxica que combina un alto valor de algunos de sus componentes con la peligrosidad de otros. El contenido de las plaquetas electrónicas y procesadores son un 300% más rico en cobre y otros metales preciosos que el promedio de las mejores vetas encontradas en la minería tradicional, lo que ha inaugurado el concepto de Minería Urbana. También se recuperan plásticos, vidrio y metales ferrosos [2]. Por otro lado la presencia de elementos como mercurio, cadmio, plomo, bromo, selenio, bifenilos policlorados, policloruros de vinilo e ignífugos como el arsénico y el amianto, hace de ellos de gran poder contaminante llegando a aportar el 70% de metales pesados a los rellenos sanitarios. La mayor contaminación de los RAEE se produce cuando se queman o mojan, produciendo el lixiviado hacia las napas subterráneas, contaminando tierra, aire y agua [2]. Por eso, el símbolo que los representa internacionalmente es enfático: Los RAEE no deben ir a la basura.

Se estima que el 50% de estos residuos están arrumbados en oficinas, hogares, entes públicos o depósitos; más del 40% se entierra o se descarta en basurales y rellenos y cerca del 10% ingresa en esquemas informales o formales de gestión de residuos [3, 4].

En este proyecto se propone el estudio de esta actividad en el contexto de un grupo de investigaciones que permita:

- La colaboración interinstitucional e interdisciplinaria entre especialistas de cada campo.
- Conocer la situación actual de RAEE en la región.
- Estudiar e investigar soluciones al problema del RAEE a nivel mundial aplicables a nuestra realidad regional.

- Analizar y testear distribuciones de Sistemas Operativos que extiendan la vida útil de equipos permitiendo su reutilización.
- Proponer un Sistema Integral de Gestión de RAEE.

La realización de este proyecto permite traducir el conocimiento generado en investigación y en un importante desarrollo tecnológico para un sector de alta relevancia como es recuperar equipos y realizar una reinserción responsable de los mismos en la sociedad.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

Actualmente, en la región de la provincia de Santa Fe, con una población de 2.024.478 y según el último censo realizado por el INDEC en 2010, sólo un 46,31% tiene acceso a equipos de computación en su hogar, lo que representa 473.796 hogares. Si llevamos estos números a nivel país, los mismos se encuentran en línea con la provincia con sólo 46,86% de hogares que poseen computadoras. En caso de citar a habitantes de todo el país que dicen utilizar computadoras frecuentemente se observa un ligero crecimiento llegando al 52,82%. Esto demuestra la enorme oportunidad que existe en el campo de la reutilización de equipos informáticos que, con un tratamiento, gestión y logística adecuadas, sumadas a la correcta selección de un Sistema Operativo que maximice y extienda su vida útil, podrían reinsertarse en distintos ámbitos y tener un impacto positivo en la sociedad.

La velocidad con la que avanzan las tecnologías informáticas hace que los componentes tecnológicos tengan un alto grado de obsolescencia tecnológica en un corto período. Actualmente se estima que las empresas, para mantenerse

competitivas y actualizadas, con un entorno seguro y con usuarios con un nivel adecuado de productividad, reemplazan sus equipos de computación personal en un plazo de entre tres y cuatro años [5, 6].

Según estudios de Camoca [7] se sabe que en la actualidad los residuos electrónicos en Argentina ascienden a 21.010.000 de equipos relacionados a computación personal. Si tomamos como punto de partida el año 2015 se ve un crecimiento de 10% en equipos en desuso en 2016 y un 13% en 2017, esto muestra un incremento anual en la cantidad de equipos en desuso. Si realizamos el análisis en kilos de material los porcentajes también son crecientes año tras año, 5% para los años 2015 al 2016 y 11% entre 2016 y 2017.

El desafío es, entonces, darle una disposición final a los equipos de acuerdo a los marcos legales que actualmente se encuentran en vigencia.

Un punto importante a considerar es que las empresas dedicadas al tratamiento de residuos además de la capacidad instalada tienen otra limitante, que es que son aranceladas, por lo cual las empresas y gobiernos se ven en la obligación de afrontar un costo cuando podrían avanzar con donación de equipos si dotaran a los mismos de un Sistema Operativo capaz de recuperar el potencial de los equipos que en otros ambientes han llegado a un nivel de obsolescencia determinado.

En este proyecto se pretende analizar distintas alternativas de sistemas operativos que permitirán recuperar equipos de la obsolescencia y realizar un ranking que destaque y clasifique los mismos. Asimismo, se propone realizar tests de performance que demuestren las distintas características de los SO seleccionados. Para esto, se preparó un laboratorio de computadoras con distintas arquitecturas y componentes de hardware.

Hasta el momento, se analizaron 28 distribuciones de Linux entre las cuales se seleccionaron: Bodhi Linux 5.0.0-64, Puppy XenialPup 7.5, Elive 3.0.2 y Mint 19 "Tara" - Xfce (32-bit). Estos SO fueron seleccionados teniendo en cuenta características esenciales para el desarrollo del trabajo y la recuperación de hardware obsoleto. Entre éstas se encuentran:

- Soporte para 32 bits, una determinada gama de equipos sólo soporta este tipo de arquitectura.
- Diversidad de versiones, en todos los casos las distribuciones se pueden ejecutar en modo full, es decir instalado completamente en el disco rígido del computador como también está disponible para su ejecución mediante un medio físico como CD, DVD o USB, que también incluyen soporte para otras arquitecturas como x64 y algunas versiones pasadas.
- Requerimientos de hardware, conforme el objetivo que se desea probar, se seleccionan distribuciones de SO que requieran mínimas especificaciones y permitan operar de manera óptima y estable.
- Versiones actualizadas, contar con el apoyo constante de las comunidades y un producto actualizado, es un aspecto de vital importancia por diversos motivos, como ser, mantener el entorno seguro ante vulnerabilidades y ataques. Acceder a mejoras del producto relacionadas, pero no limitadas a interfaz, nuevos repositorios de software, mayor cantidad de drivers, estabilidad y robustez del sistema basado en la experiencia de la distribución en mercado y cantidad de usuarios.
- Documentación, otro aspecto priorizado, dado que contar con manuales adecuados, guías de trabajo, instructivos y foros instrumentados

como un lugar para poder afrontar problemas, es un diferencial muy valioso.

Con los cuatro sistemas operativos seleccionados para evaluar, se desarrollaron pruebas focalizadas en las siguientes categorías, considerando los aspectos indicados en cada categoría:

- Experiencia del usuario: Simplicidad para la descarga, Documentación de soporte disponible, Facilidad de instalación, Interfaz de usuario, Asistente para configuración de funcionalidades, y Variedad y Calidad de aplicaciones incluidas en la distribución.
- Estabilidad: Cantidad de operaciones por hora sin reinicio, Cloud computing y sincronización con Google Drive & Sync, Disponibilidad de versiones actualizadas, Disponibilidad de seguridad incluida (firewall, antivirus, otros), Soporte para UEFI (Unified Extensible Firmware Interface).
- Performance: Cantidad de versiones disponibles, Utilización del CPU, Utilización de memoria, Utilización de disco (I/O), Utilización de red, y Navegación por Internet.

Resultados y Objetivos

El objetivo general de este proyecto es la elaboración de propuestas de acción para la puesta en marcha de un Sistema Integral de Gestión de RAEE para la región. Para esto se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Establecimiento de línea de base e indicadores de gestión.
- Propuesta de marco legal determinando las responsabilidades de los actores involucrados.
- Elaboración de Proyectos de Unidades de Gestión de RAEE para reutilizado y reciclado.

- Elaboración de una propuesta de recolección, logística y acopio de RAEE.
- Análisis económico-financiero del sistema integral.
- Modelización y optimización del sistema general.
- Análisis de SO orientados a la reutilización de equipos.

En la actualidad existe una gran cantidad de equipos informáticos dispuestos por grandes empresas y gobierno, que luego de un extensivo período de uso no se encuentran en condiciones de ser reinsertados en ambientes productivos, dado que pasado su ciclo de vida útil la performance de estos se torna prácticamente nula. Esto genera el análisis y búsqueda de SOs capaces de maximizar los recursos disponibles en equipos de computación personal de hasta catorce años de antigüedad.

La evaluación de los resultados obtenidos se está realizando mediante un análisis cuantitativo y cualitativo y como parte de la solución se está analizando el mercado actual de SOs pre-seleccionando aquellos con características enfocadas en un mínimo consumo de recursos y un máximo aprovechamiento de las capacidades de hardware con más de diez años de antigüedad. En particular, del análisis de los distintos SO se seleccionaron cuatro distribuciones: Puppy XenialPup 7.5, Elive 3.0.2, Bodhi 5.0 appack, Linux Mint 19 Tara - Xfce (32-bit). De acuerdo a la experimentación realizada se determinó a Linux Mint 19 Tara - Xfce (32-bit) como la más óptima. Así mismo, es válido destacar que las distribuciones Puppy XenialPup 7.5 y Elive 3.0.2 también cumplirían con lo planteado en este proyecto, aunque con la limitante de acotar su uso a hardware de no más de diez años de antigüedad para mantener una óptima performance.

Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo está integrado por los Magisters Eduardo Rodríguez y Cristina Bender, la Doctora Claudia Deco, la especialista Luciana Burzacca, y los Licenciados Santiago Costa y Cristian Del Giglio, todos investigadores de la Universidad Católica Argentina.

En particular, el Lic. Costa está cursando la Maestría en Redes de Datos en la Universidad de La Plata y el Lic. Del Giglio logró su título en el año 2018 con la tesina “Estudio y selección de sistemas operativos low resources”.

Además, los conocimientos adquiridos se vuelcan en la comunidad académica a través de las actividades docentes que los investigadores de este proyecto realizan en las carreras Ingeniería Industrial, Ingeniería Ambiental y Licenciatura en Sistemas. Asimismo, es intención incorporar alumnos de estas carreras y proponer subproblemas identificados durante el trabajo de investigación de este proyecto para la realización de tesinas y proyectos finales de grado.

La conformación del grupo de investigación por docentes de la carrera de Ingeniería Industrial, la carrera de Ingeniería Ambiental y de la carrera de Licenciatura en Sistemas permite un enfoque multidisciplinario y adecuado de esta problemática. La viabilidad del proyecto está sustentada en los avances obtenidos mediante trabajos previos de los integrantes en el área y su interacción con otros grupos de investigadores tanto latinoamericanos como europeos.

Referencias

[1] Fernández Protomastro, G. (2014). Buenas Prácticas para la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo

- Uno. 178 p. ISBN 978-987-29862-3-0
- [2] Fernández Protomastro, G. (2013). Minería Urbana y la Gestión de los Residuos Electrónicos. - 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Uno. 317 p. ISBN 978-987-29862-1-6
- [3] Greenpeace, (2011). Basura Electrónica, la otra cara de la tecnología. Disponible en: http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2011/contaminacion/basura_electronica_otra_cara_tecnologia.pdf. Consultado 07/04/2018.
- [4] Greenpeace, (2012). Minería y Basura Electrónica, el manejo irracional de los recursos. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2012/contaminacion/inform-raee-V-1.pdf> Consultado 07/04/2018.
- [5] [(2) National Instruments, “Políticas de Ciclo de Vida de Productos de Hardware”, <http://www.ni.com/lifecycle/esa/hardware.htm> 3/12/2018,
- [6] (3) Rowan Gonzalez, “The Computer Life Cycle”, 25/2/2013, <https://www.lifeder.com/ciclo-vida-computadora> 3/12/2018].
- [7] Camoca. Disponible en: <http://www.camoca.com.ar/>
- [8] Ecotic (2017) Disponible en: <http://www.ecotic.es/es/246571/Documentos.htm> consultado 07/04/2018.
- [9] Magalini, F.; Kuehr, R.; Peter Baldé, C. (2015) eWaste en América Latina. Análisis estadístico y recomendaciones de política pública. GSMA. Instituto de la ONU para el Estudio Avanzado de la Sostenibilidad. Disponible en: <http://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/11/gsma-unu-ewaste2015-spa.pdf>. Consultado 07/04/2018.