

Temática: Inteligencia computacional y técnicas informáticas emergentes aplicadas a la gestión de proyectos

Métodos para la solución del *Next Release Problem*: Una Revisión Sistemática de la Literatura.

Methods for solving the Next Release Problem: A Systematic Literature Review

David Alonso Díaz ^{1*}, Sheyla Torres Ricart ²

¹ Profesor del Centro de Estudios de Gestión de Proyectos y Toma de Decisiones, Facultad 3, Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños, Km 2 ½, reparto Torrens, municipio Boyeros, La Habana, Cuba. CP: 19370

² Estudiante de 4to año de Ingeniería en Ciencias Informáticas, Facultad de Tecnologías Educativas (FTE), Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños, Km 2 ½, reparto Torrens, municipio Boyeros, La Habana, Cuba. CP: 19370.

* Autor para correspondencia: davidad@uci.cu

Resumen

El desarrollo ágil de software es una metodología ampliamente utilizada en el desarrollo de software que admite requisitos de clientes altamente cambiantes. En el proceso de desarrollo ágil de software, todo el software se entrega en una serie de pequeñas versiones. Cada versión incorpora un subconjunto de los requisitos totales del software. La selección de los requisitos que se incorporarán en la próxima versión es una actividad compleja, llamada por primera vez "*Next Release Problem* (NRP)" por Bagnal. Se propusieron muchas técnicas posteriormente para resolver NRP. El objetivo principal de esta investigación es ofrecer una descripción de las técnicas comúnmente más utilizadas en los últimos años para la resolución del NRP, mediante una Revisión Sistemática de la Literatura. Se realizó una revisión sistemática de la literatura sobre estudios de NRP publicados en el período 2019-2023 y los revisamos en siete fuentes electrónicas automatizadas. Se identificaron un total de 10 estudios publicados entre 2019 y 2023 y se clasificaron según criterios de clasificación predefinidos. Basándonos en los hallazgos de esta investigación, se concluye que las investigaciones no fueron muy cuantiosas en el período analizado; las técnicas de optimización de objetivos múltiples son las más utilizadas. En la mayoría de los estudios se mezclaron algoritmos y técnicas en el mismo experimento para mejorar las soluciones, y todas las investigaciones se realizaron fuera del continente americano. Se observa que se presta menos atención a métricas como la mantenibilidad, confiabilidad y trazabilidad del software.

Palabras clave: Next Release Problem, Optimización, Ágil, Software.

Abstract

Agile software development is a widely used methodology in software development that supports highly changing customer requirements. In the process of agile software development, the entire software is delivered in a series of small releases. Each release incorporates a subset of the total software requirements. The selection of requirements to be incorporated in the next release is a complex activity, first called "Next Release Problem (NRP)" by Bagnal. Many techniques were subsequently proposed to solve NRP. The main objective of this research is to provide an overview of the commonly used techniques in recent years for NRP resolution, through a Systematic Literature Review. A systematic literature review was conducted on NRP studies published in the period 2019-2023 and reviewed in seven automated electronic sources. A total of 10 studies published between 2019 and 2023 were identified and classified according to predefined classification criteria. Based on the findings of this research, it is concluded that the research was not very abundant in the analyzed period; multi-objective optimization techniques are the most used. In most studies, algorithms and techniques were mixed in the same experiment to improve solutions, and all research was conducted outside the American continent. It is observed that less attention is paid to metrics such as maintainability, reliability, and traceability of the software.

Keywords: Next Release Problem, Optimization, Agile, Software.

Introducción

El desarrollo de software es un proceso que implica dividir el trabajo en diferentes fases para llevar a cabo el proyecto de manera más efectiva. A lo largo del tiempo, se han propuesto diversos modelos de desarrollo de software, pero el enfoque ágil ha ganado una gran popularidad (Vila Grau & Capuz-Rizo, 2021). En el método ágil, el software se entrega en pequeñas versiones, cada una de las cuales incluye una serie de requisitos del sistema completo. Seleccionar los requisitos para la siguiente versión puede ser un gran desafío.

Para seleccionar los requisitos para la próxima versión del software, se deben considerar múltiples criterios, como la satisfacción del cliente, el costo total de desarrollo, el riesgo y el tiempo necesario para desarrollarlos. Este proceso se conoce como "Problema de la Próxima Versión" (NRP, por sus siglas en inglés), y ha sido abordado por (Bagnall et al., 2001), quien propuso una solución basada en la optimización de un solo objetivo. Sin embargo, Bagnall también concluyó que este problema es NP-Difícil, lo que significa que no hay una solución exacta que sea viable en el tiempo que se necesita para resolverlo. Por lo tanto, la mejor manera de resolver el problema es mediante el uso de métodos heurísticos. A lo largo del tiempo, se han aplicado diferentes técnicas y métodos en diversos conjuntos de datos para resolver el NRP de manera efectiva.

A pesar de que existen varios estudios sobre las técnicas para resolver el NRP, pocos proporcionan una descripción detallada de estas técnicas. Además, los estudios anteriores suelen centrarse en un método o técnica específica, lo que limita la comprensión general del tema. Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación es ofrecer una descripción de las técnicas comúnmente más utilizadas en los últimos años para la resolución del NRP, mediante una Revisión Sistemática de la Literatura.

Materiales y métodos o Metodología computacional

La investigación sobre a la solución del NRP es un área relativamente nueva, tratada fundamentalmente con la aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial, aprovechando el avance de los sistemas de cómputo modernos. En este marco se analizaron las publicaciones comprendidas en los últimos 5 años, en el periodo entre 2019-2023. Para este estudio se consultaron las fuentes electrónicas relacionadas en la Tabla 1, que a continuación se muestra, basadas en el título, el resumen y las palabras clave.

Tabla 1. Fuentes electrónicas consultadas.

Fuente	URL
IEEE Xplore	http://ieeexplore.ieee.org/
Science Direct	http://sciencedirect.com/
Springer Link	http://link.springer.com/
Scopus	https://www.scopus.com/
WoS	https://www.webofscience.com/
Researchgate	https://www.researchgate.net/
Google Scholar	https://scholar.google.com/

Se construyó una estrategia de búsqueda optimizar los resultados. Se desarrolló una primera etapa que consistió en identificar los principales términos clave, sus sinónimos y alternativas. La idea detrás de la formulación de estos términos es construir una cadena de consulta que ayude a continuar con el método de búsqueda restante. En la segunda etapa se aplicaron estos términos a las fuentes electrónicas seleccionadas para obtener los documentos requeridos utilizando además los operadores booleanos (AND y OR), asegurando que no se omitiera ningún documento relevante.

Tabla 2. Cadenas de búsquedas empleadas.

Fuente	Cadena de Búsqueda
IEEE Xplore	(Next Release Problem) OR (Next Release Planning) OR (Problema de Próxima Versión)
Science Direct	("Next Release Problem" OR "Next Release Planning" OR "Problema de Próxima Versión")
Springer Link	("Next Release Problem" OR "Next Release Planning" OR "Problema de Próxima Versión")
Scopus	(Next AND Release AND Problem) OR (Next AND Release AND Planning)
WoS	(Next Release Problem) OR (Next Release Planning) OR (Problema de Próxima Versión)
Researchgate	Next Release Problem OR Next Release Planning OR Problema de Próxima Versión
Google Scholar	("Next Release Problem" OR "Next Release Planning" OR "Problema de Próxima Versión")

La Tabla 2 contiene las cadenas de búsqueda utilizadas en las cuatro bases de datos electrónicas que se utilizaron para encontrar los estudios para esta investigación. Como cada base de datos es diferente entre sí, las cadenas de búsqueda también son diferentes para cada una de ellas.

Realizadas las búsquedas en las fuentes electrónicas de desarrolló un proceso de selección de estudios para obtener los más relevantes. Además, se aplicaron a los resultados obtenidos criterios de inclusión y exclusión, que se muestran en la tabla 3, como filtro al proceso de selección, que se muestra en la Figura 1, el cual consta de los siguientes pasos básicos:

1. Registros iniciales.
2. Registros según en el título.
3. Registros según el resumen.
4. Registros según en el artículo completo.

Tabla 3. Criterios de Inclusión y Exclusión.

Criterios
Inclusión
Estudios relacionados con el problema de la próxima versión.
Inclusión de estudios desde 2019 hasta 2023.
Inclusión del artículo más reciente en caso de múltiples estudios sobre el mismo tema.
Exclusión
Artículos que no estén en inglés o español.
Artículos que no sean de acceso abierto.
No se incluirán artículos cortos, carteles, resúmenes extendidos y presentaciones.

En función de los criterios mencionados anteriormente, si el estudio cumple con los criterios de inclusión y no se cumple ninguno de los criterios de exclusión, entonces dicho estudio se mueve al proceso de selección.

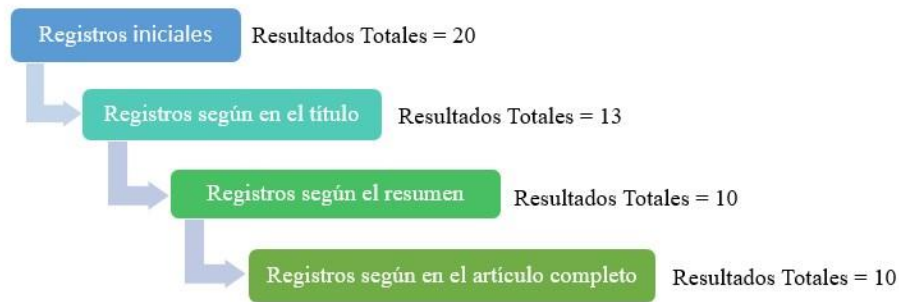


Figura 1: Proceso de selección de resultados.

Resultados y discusión

Las investigaciones demuestran que en la solución al problema de NRP se aplican disímiles técnicas y algoritmos, como se muestra en la tabla 4. Además, estos estudios enfrentan el problema de dos ópticas diferentes, tratando el NRP con un enfoque *Multi Objective* o un enfoque *Single Objective*.

Tabla 4: Algoritmos empleados en los estudios.

Técnica	No. de Estudios	Referencia
CWMOIP	1	(Dong et al., 2022)
ACO	1	(Balogun et al., 2019)
GA	2	(van Harten, 2021)
EDA	1	(del Sagrado et al., 2023)
HFIS	1	(Alrashoud et al., 2019)
IBPSO	1	(Hamdy & Alaa El-Din Mohamed, 2019)
HC	1	(del Águila & del Sagrado, 2023)
IDEA	1	(Jamil et al., 2019)
ABC	1	(Marghny et al., 2022)

Otros	7	(Dong et al., 2022) (Balogun et al., 2019) (Alrashoud et al., 2019) (Domínguez-Ríos et al., 2019) (del Águila & del Sagrado, 2023) (Jamil et al., 2019) (Marghny et al., 2022)
-------	---	--

La tabla muestra las técnicas, el tipo de contribución utilizado en los estudios con referencias y el número de estudios para cada técnica

Tabla 5

Siglas	Nombre Técnico
CWMOIP	<i>Constrained Weighted Multi-Objective Integer Programming</i>
ACO	<i>Ant Colony Optimization</i>
GA	<i>Genetic Algorithms</i>
EDA	<i>Estimation of Distribution Algorithm</i>
HFIS	<i>Hierarchical Fuzzy Inference System</i>
IBPSO	<i>Improved Binary Particle Swarm Optimization</i>
HC	<i>Hierarchical Clustering</i>
IDEA	<i>Indicator Based Evolutionary Algorithm</i>
ABC	<i>Artificial Bee Colony</i>

La tabla muestra los nombres técnicos de los algoritmos empleados en los estudios realizados.

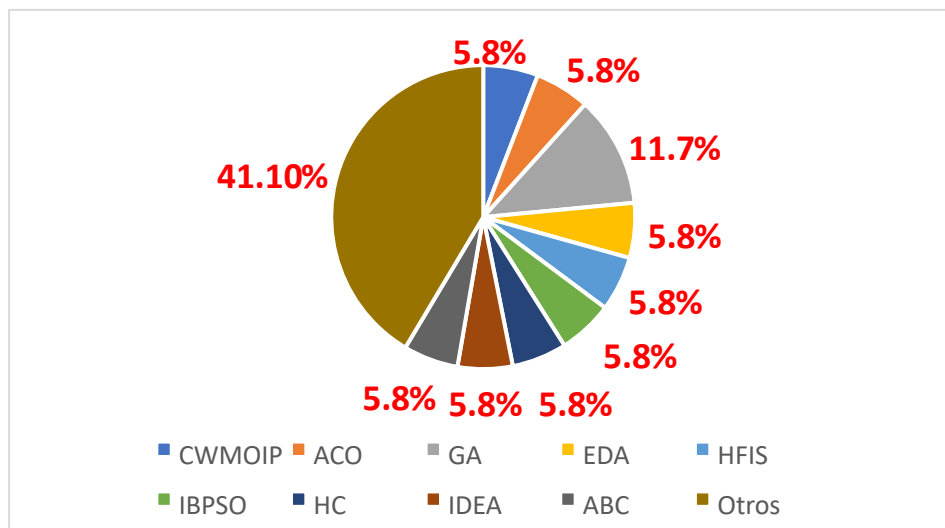


Figura 2: Gráfico de técnicas más usadas.

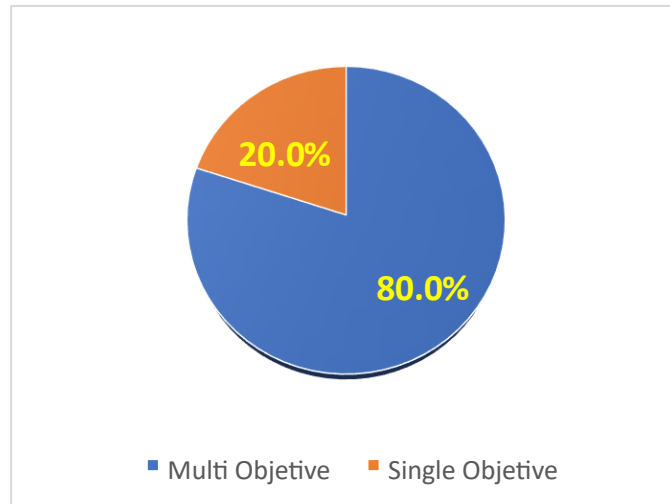


Figura 3: Gráfico de enfoques algorítmicos aplicados al NRP.

Durante el tiempo analizado, las investigaciones han estado dirigidas a combinar varias técnicas o algoritmos para lograr mejores resultados en la solución del NRP, como lo muestra la figura 2. Aunque es válido acotar que los algoritmos genéticos continúan siendo importantes como método de solución principal. Además, es en el enfoque *Multi Objective* donde se ha prestado más atención a las técnicas de optimización, como lo muestra la figura 3.

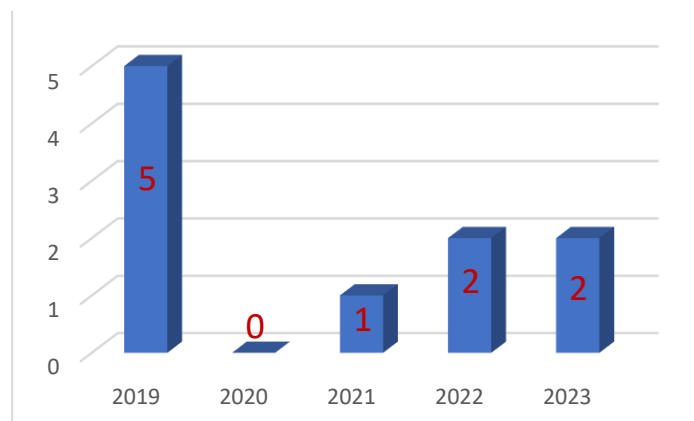


Figura 4: Gráfico de investigaciones por año.

La figura 4 muestra como el año 2019 es el más activo del quinquenio estudiado, en cuanto a investigaciones relacionadas con la solución al NRP, con 5. En el 2020 se evidencia una caída drástica al no presentar publicaciones,

este caso muestra el efecto de la pandemia de COVID-19 sufrida en todo el planeta. Luego del 2021 en adelante, se observe un incremento paulatino de las investigaciones sin llegar aún a la cifra alcanzada en 2019.

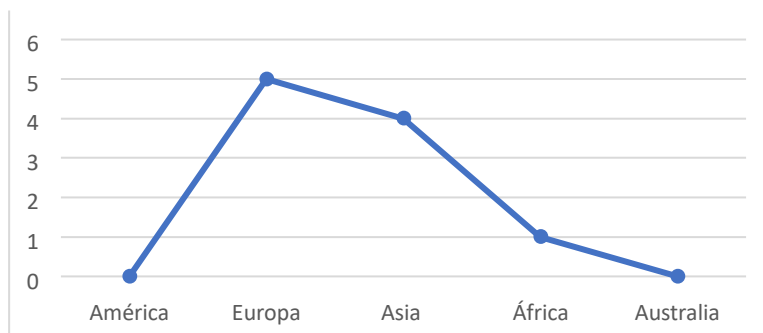


Figura 5: Cantidad de investigaciones por continente.

La figura 5 muestra como la mayoría de los estudios relacionados con NRP, en el periodo estudiado, se desarrollaron en los continentes europeo y asiático, con 5 y 4 investigaciones respectivamente. En este caso llama la atención significativamente la ausencia de investigaciones relacionadas con el tema en el continente americano.

Conclusiones

Esta revisión sistemática de la literatura resume la literatura existente publicada en el campo de NRP. El documento se centró principalmente en revisar la literatura sobre NRP desde 2019 hasta 2023. Este estudio clasifica la literatura según diferentes criterios como técnicas, enfoques, y distribuciones por año y continentes. Se identificaron 20 estudios al principio de diferentes bases de datos y fuentes manuales, y después de una serie de diferentes procesos de selección, solo 10 de ellos calificaron para la evaluación final de texto completo.

Las principales conclusiones de esta investigación son las siguientes:

- No fueron cuantiosas las investigaciones realizadas sobre el NRP en el periodo analizado.
- En el periodo analizado se observa como en la mayoría de las investigaciones se utilizan combinaciones de algoritmos para mejorar la solución del NRP, comparado con su utilización por separado.
- La técnica de optimización *Multi Objective* es la más utilizada, atendiendo a un aumento de soluciones enfocados a resolver problemas *bi-objective* y *tri-objective*.

- La totalidad de las investigaciones realizadas relacionadas con NRP se realizaron fuera del continente americano.

NRP sigue siendo un campo emergente y es necesario aplicar las últimas técnicas de optimización de vanguardia para resolverlo de manera más eficiente. Además, durante la investigación, se observó que la mayoría de los estudios se centraron en ciertas métricas comunes como la satisfacción del cliente y el costo de desarrollo, y se prestó menos atención a otros tipos de métricas como la mantenibilidad, confiabilidad y trazabilidad del software.

Referencias

- Alrashoud, M., Hazza, E., Alqahtani, F., Al-Hammadi, M., Abhari, A., & Ghoneim, A. (2019). Cognitive and Hierarchical Fuzzy Inference System for Generating Next Release Planning in SaaS Applications. *IEEE Access*, 7, 102966-102974. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2929214>
- Bagnall, A. J., Rayward-Smith, V. J., & Whittley, I. M. (2001). The next release problem. *Information and Software Technology*, 43(14), 883-890. [https://doi.org/10.1016/S0950-5849\(01\)00194-X](https://doi.org/10.1016/S0950-5849(01)00194-X)
- Balogun, A., Shuib, M., Garba, M., Almomani, M. A., & Jadid Abdulkadir, S. (2019). A Hybrid ant Colony Tabu Search Algorithm for Solving Next Release Problems. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJIT)*, 8 Issue-5S March.
- del Águila, I. M., & del Sagrado, J. (2023). Saliency-based stakeholder selection to maintain stakeholder coverage in solving the next release problem. *Information and Software Technology*, 160, 107231. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107231>
- del Sagrado, J., Sierra Ibañez, J. A., & del Águila, I. M. (2023). An estimation of distribution algorithm based on interactions between requirements to solve the bi-objective Next Release Problem. *Journal of Systems and Software*, 199, 111632. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111632>
- Domínguez-Ríos, M. Á., Chicano, F., Alba, E., del Águila, I., & del Sagrado, J. (2019). Efficient anytime algorithms

- to solve the bi-objective Next Release Problem. *Journal of Systems and Software*, 156, 217-231.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.06.097>
- Dong, S., Xue, Y., Brinkkemper, S., & Li, Y.-F. (2022). Multi-objective integer programming approaches to Next Release Problem—Enhancing exact methods for finding whole pareto front. *Information and Software Technology*, 147, 106825. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.106825>
- Hamdy, A., & Alaa El-Din Mohamed, A. (2019). Greedy Binary Particle Swarm Optimization for multi-Objective Constrained Next Release Problem. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 9, 561-568.
<https://doi.org/10.18178/ijmlc.2019.9.5.840>
- Jamil, M. A., Nour, M. K., Alhindi, A., Awang Abhubakar, N. S., Arif, M., & Aljabri, T. F. (2019). Towards Software Product Lines Optimization Using Evolutionary Algorithms. *Procedia Computer Science*, 163, 527-537.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.135>
- Marghny, M. H., Zanaty, E. A., Dukhan, W. H., & Reyad, O. (2022). A hybrid multi-objective optimization algorithm for software requirement problem. *Alexandria Engineering Journal*, 61(9), 6991-7005.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.12.043>
- van Harten, N. (2021). *Generating Mutation Operators for a Search-Based Model-Driven Implementation of the Next Release Problem* [Radboud University]. https://www.cs.ru.nl/bachelors-theses/2021/Niels_van_Harten___1012159___Generating_Mutation_Operators_for_a_Search-Based_Model-Driven_Implementation_of_the_Next_Release_Problem.pdf
- Vila Grau, J. L., & Capuz-Rizo, S. F. (2021). *La Gestión Ágil de proyectos según los modelos PRINCE2 y el PMBOK*.
<http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/2893>