

Revisión sistemática de la literatura en ingeniería de sistemas. Caso práctico: técnicas de estimación distribuida de sistemas ciberfísicos

Carmelina Ierardi, Luis Orihuela Espina, Isabel Jurado Flores,
Álvaro Rodríguez del Nozal, Alejandro Tapia Córdoba

{cierardi, dorihuela, ijurado, arodriguez, atapia}@uloyola.es

Resumen

Este artículo presenta una aplicación de una revisión sistemática de la literatura al ámbito de la ingeniería de sistemas. Se exponen de forma general los pasos a seguir y la metodología adoptada, que se inspira a las revisiones que se realizan en otros sectores. Se presentan las bases de datos más utilizadas en este área, cada una con sus ventajas y limitaciones. Se facilitan unos consejos para definir la función booleana y los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, el artículo propone algunas recomendaciones para extraer y sintetizar los datos y finalmente como crear el informe final. Se aplica esta metodología a un caso práctico, sobre las técnicas de estimación distribuida aplicadas a sistemas ciberfísicos.

Palabras clave: Revisión Sistemática, Ingeniería de sistemas, Estimación distribuida, Sistema ciberfísicos, Base de datos

1. Introducción

Hoy en día, con el desarrollo de nuevas tecnologías de la información y comunicación, la cantidad de información disponible y su facilidad de obtención, ha aumentado enormemente, lo cual implica quizás sorprendentemente, que es cada vez más difícil hacer una investigación precisa y selectiva sobre un tema específico para elaborar una revisión bibliográfica. La revisión sistemática de la literatura (RSL) se presenta en este contexto como una solución a este problema.

Los autores Kitchenham y Charters definen una RSL como un medio para evaluar e interpretar todas las investigaciones disponibles relevantes para una determinada pregunta de investigación, área temática o fenómeno de interés. Las RSL tienen como objetivo presentar una evaluación justa de un tema de investigación utilizando una metodología fiable, rigurosa y comprobable.

Una RSL es una forma de estudio secundario mientras que los estudios individuales, que contribuyen a la propia revisión sistemática, se denominan estudios primarios [3]. En resumen, la RSL

es un estudio muy útil cuando existe una pregunta concreta de investigación generalmente relacionada con diferentes temas, con varios estudios primarios, quizás con objetivos y/o resultados divergentes que pueden generar una incertidumbre sobre el proceso.

Muchas son las áreas en las cuales se utiliza esta metodología de forma común. Destacan el sector de la medicina, el de la psicología, el biológico, administración y contabilidad, economía, ingeniería de software y muchos más.

En el área de la ingeniería de sistemas y automática, se suelen hacer revisiones literarias sobre un tema concreto que no suelen seguir una determinada metodología, de forma que no permiten replicarse por otros autores o pueden estar sesgadas por el criterio del revisor. Normalmente, estas revisiones suelen estar hechas por investigadores de gran recorrido que aportan una visión global al tema en cuestión, como por ejemplo, las revisiones [2], [11] sobre el estado del arte en el control y en los sistemas ciberfísicos.

La metodología para elaborar la RSL que se utilizará en este trabajo, está basada en la guía propuesta por Kitchenham [3], aplicada a las áreas de ingeniería de software. El objetivo de esta investigación es explicar claramente las diferentes etapas a seguir para conseguir una RSL en ingeniería de sistema. Como contribución, esta investigación aporta algunas modificaciones a las líneas maestras antes referenciadas para adaptarlas a la ingeniería de sistemas: bases de datos propias de ingeniería, con el tipo de búsqueda que pueden hacerse, criterios de inclusión y exclusión adaptados, tipos de funciones de búsqueda booleanas.

Además, se expone en paralelo un caso práctico sobre la ejecución de una RSL sobre las técnicas de estimación distribuida de sistemas ciberfísicos.

Los sistemas ciberfísicos son sistemas complejos compuestos por entidades de distinta naturaleza que interactúan con un medio físico determinado, y que pueden tener simultáneamente capacidades de comunicación, computación y control, gracias a las cuales pueden involucrar seres humanos y animales. [4]. Se componen por un lado de un sis-

tema físico, en el que en general están presentes subsistemas heterogéneos, pudiendo incluir personas u otros seres vivos; por otro lado de sistemas empotrados, que son en general dispositivos que integran capacidades de medida, procesamiento y comunicación, y que de forma distribuida monitorizan y controlan los procesos físicos a través de redes de comunicación. Estas redes, en muchas ocasiones inalámbricas, hacen posible la estimación en tiempo real de las variables de un sistema ciberfísicos mediante técnicas de estimación [1], [6].

Este artículo está organizado como sigue. En la Sección 2 se presentan sumariamente los pasos de la RSL. La planificación de la revisión se expone en la Sección 3. Finalmente, las etapas para la realización y para el informe de la revisión están presentados, respectivamente, en las Secciones 4 y 5. Las conclusiones y trabajos pendientes se exponen en la Sección 6.

2. Revisión sistemática de la literatura

La mayoría de las investigaciones comienzan siempre con una revisión de la literatura para definir y enfocar el estado actual de la investigación. Principalmente, se utilizan la revisión narrativa (o tradicional) y la revisión sistemática. La primera es más apropiada cuando hay pocos estudios primarios sobre el tema de investigación y estos tienen importantes similitudes entre sí. Se basa en la interpretación, el análisis y la discusión personal acerca de lo que han dicho otros autores. Sin embargo no se ajusta al paradigma científico, puesto que no informa sobre la cantidad de fuentes, ni de los métodos de búsqueda, no hace explícitos los criterios de inclusión/exclusión de los estudios, ni habla sobre la relevancia de los mismos con respecto al resto de la literatura, ni tampoco proporciona evidencias objetivas de los razonamientos, entre otros [9]. Por otro lado, la revisión sistemática como se ha mencionado, sigue una metodología científica, que vela por la objetividad, la rigurosidad y fiabilidad: sigue una estrategia de búsqueda predefinida para permitir evaluarla exhaustivamente [3].

Los principales objetivos que persigue una rigurosa RSL son [10]:

- Definir lo que se conoce sobre un tema, un concepto o un problema en general.
- Identificar lagunas y coherencias de la literatura pasada y actual sobre el tema elegido.
- Promover el desarrollo de protocolos y directivas que pueden servir como modelo.

Por todas estas razones, emprender una revisión sistemática conlleva un trabajo considerable para poder lograr un buen resultado. La preparación de una revisión comprende numerosas etapas resumidas en tres fases secuenciales:

1. Planificación de la revisión.
2. Realización de la revisión.
3. Informe de la revisión.

Estas fases, a su vez, pueden dividirse en sub-fases, tal y como ilustra la Figura 1. En las siguientes secciones se analizan con detalle.

3. Planificación de la revisión

Una vez definido el tema de investigación y una vez localizada la necesidad de iniciar una eficiente RSL es muy recomendable seguir las diferentes etapas que la constituyen. La fase más exigente y más significativa, por la influencia en los pasos posteriores, es la planificación de la revisión que se compone de: 1) Pregunta(-s) de investigación clara(-s) y precisa(-s); 2) Escoger las bases de datos a utilizar; 3) Establecer los criterios de inclusión y exclusión; 4) Definir la función booleana de la búsqueda.

3.1. Pregunta de investigación

Elegir el tema, delimitar el problema y enunciar con claridad la(-s) pregunta(-s) de investigación es fundamental a la hora de conducir la RSL. Es fundamental que el objetivo de la búsqueda sea coherente con la hipótesis formulada.

En muchos campos, como por ejemplo el de la psicología o medicina, existe una batería de preguntas que se utilizan para facilitar esta etapa. En estos sectores se considera también el uso de unos criterios para enmarcar las preguntas de investigación, como por ejemplo el criterio PICOC (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context) [3]. Este criterio incluye los siguientes conceptos:

Población: a quién se dirige el estudio (personas implicadas y/o interesadas)

Intervención: metodología, instrumento, tecnología, procedimiento empleado.

Comparación: se comparan las distintas intervenciones.

Resultados: solución relacionada con los factores más importantes.

Contexto: cuál es el contexto en el cual se entrega la intervención.

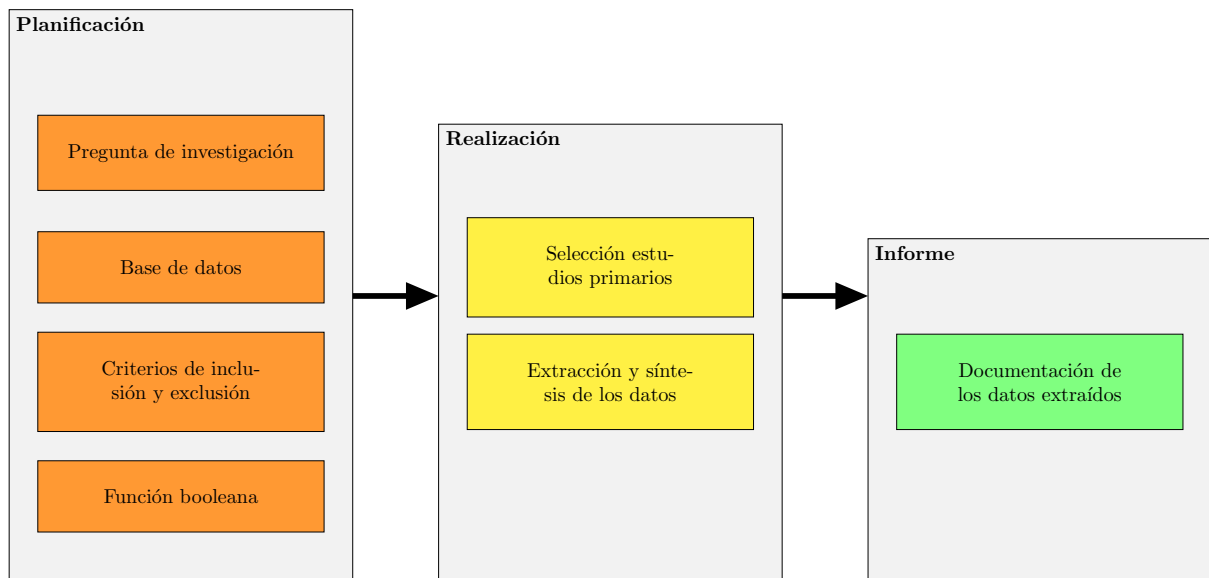


Figura 1: Fases y subfases de la revisión sistemática

Caso práctico

En el campo de la ingeniería de sistemas no resulta tan evidente formular una colección de cuestiones y/o criterios siguiendo el PICOC, ya que las áreas de investigación son muy diferentes entre ellas y no siguen particulares patrones.

El ejemplo que utilizaremos para ilustrar una revisión sistemática es el siguiente: técnicas de estimación distribuidas que se aplican sobre sistemas ciberfísicos. Para lograr este objetivo, se ha identificado la siguiente pregunta de investigación con sub-preguntas que se tratarían de responder con esta revisión:

RQ.1: ¿Qué técnicas de estimación distribuida se emplean en sistemas ciberfísicos, sistemas heterogéneos o sistema de sistemas?

RQ.1.1: ¿Qué limitaciones y ventajas tiene cada técnica?

RQ.1.2: En aplicaciones que incluyan humanos o animales ¿qué estimador obtiene mejores resultados?

3.2. Bases de datos

La revisión se debe documentar con suficiente detalle para que los lectores puedan evaluar la exhaustividad de la búsqueda. Además, se deben especificar todas las bibliotecas digitales que se han consultado, las tipologías de publicación (revistas, conferencias, etc), el uso de búsquedas electrónicas o manuales o una combinación de ambas.

Para conseguir la mayor cobertura posible en el campo de la ingeniería de sistemas, se aconseja elegir entre las bases de datos listadas en la Ta-

bla 1. Con respecto a los campos de búsqueda que dichas bases de datos permiten, en esta tabla se han utilizado unos acrónimos, donde: A= “abstract”; T= título del artículo; K= palabras clave; F= texto completo. Dependiendo de la base de datos, el conjunto de “abstract”, título y keywords (A+T+K) se denomina de forma diferente: por ejemplo, en Web of Science este campo se nombra “Tema”; en IEEE Xplore, “Metadata”.

La estrategia de búsqueda puede ser diferente dependiendo de la base de datos elegida; pues algunas están más preparadas que otras para efectuar una búsqueda avanzada. Algunas de las bases de datos, como mostrado en la Tabla 1, dejan hacer directamente la búsqueda en determinados campos del texto (IEEE Xplore, Web of Science, ScienceDirect, Scopus), otras tienen la misma posibilidad pero resulta más intuitivo escribiendo manualmente la “search query” (ACM Digital Library) y otras no dejan delimitar la búsqueda a estos campos (SpringerLink, Wiley, Google Scholar). Algunas permiten escribir solo 15 términos para la búsqueda, otros no tienen límites. Casi todas las bases de datos admiten operadores, booleanos y de otro tipo. La Tabla 1 incluye los operadores que se pueden utilizar en cada base de datos y en la Tabla 5 se explicará con detalle el significado y el uso que se le da a cada uno de ellos.

Una diferencia sustancial se presenta en la descarga de las citas: algunas dejan descargar todo el historial de búsqueda de una vez, otros permiten descargar 200 / 100 / 50 citas a la vez, y otros solo 1 referencia a la vez. Se refleja también el formato en el que pueden descargarse los resultados, que es importante tener en cuenta si va

Tabla 1: Principales bases de datos en ingeniería de sistemas

Base de datos	Campos de búsqueda	Búsqueda manual o automática	Operadores admitidos	Nº Términos admitidos	Nº Descarga máxima	Formato citaciones	Citación con "abstract"
Web of Science	A+T+K, T, F	Ambas	AND, OR, NOT, NEAR, (), *, ^{“”}	No especificado	50 citaciones	bib, RIS, CSV	SI
IEEE Xplore	A+T+K, T, A, K, F	Ambas	AND, OR, NOT, NEAR, (), *, ^{“”}	Solo 15	100 citaciones	bib, RIS, CSV	SI
ScienceDirect	A+T+K, T, A, K, F	Ambas	AND, OR, AND NOT, (), *, ?, ^{“”} , {}	No especificado	200 citaciones	RIS, bib, Text	SI
ACM Digital Library	T, A, K, F, A+T+K (manual)	Ambas	AND, OR, NOT, (), ^{“”}	No especificado	2000 citaciones	bib, RIS, CSV	NO
Scopus	A+T+K, T, A, K, F	Ambas	AND, OR, AND NOT, *, ?, ^{“”} , ()	No especificado	2000 citaciones	bib, RIS, CSV, Text	SI
SpringerLink	T, F	Automática	AND, OR, NOT, ^{“”} , ()	No especificado	2000 citaciones	CSV	NO
Wiley Online Library	A, T, K, F	Automática	AND, OR, NOT, ^{“”} , *, ()	No especificado	20 citaciones	bib, RIS, Text	SI
Google Scholar	T, F	Automática	AND, OR, NOT, ^{“”} , ()	No especificado	1 citación	bib, RIS	NO

a usarse un gestor de referencias (Mendeley, BibDesk, etc.), pues cada uno de ellos trabaja con un formato de archivos diferente. Finalmente, la tabla indica qué información puede extraerse de la base de datos tras realizar una búsqueda. Algunas bases de datos sólo permiten descargar el título, mientras que otras nos permiten incluir también el abstract, facilitando tareas posteriores.

Caso práctico

Para el caso práctico que estamos utilizando no se han utilizado todas las bases de datos. Se ha decidido no incluir las base de datos que no permitían restringir la búsqueda a unos campos determinados (título, "abstract" y palabras clave del artículo). En la Tabla 2 se presentan los detalles de la búsqueda de las bases de datos elegidas, junto con los campos en los cuales se ha restringido la búsqueda y la fecha en la cual se ha efectuado.

Se destaca la base de datos ACM Digital Library, donde la búsqueda se ha efectuado manualmente, es decir que para limitar la búsqueda a los tres campos, se han usado los siguiente términos: recordAbstract, acmdlTitle, keywords.author.keyword.

3.3. Criterios de inclusión y exclusión

Una vez obtenidos los estudios potencialmente relevantes por cada base de datos elegida, se tiene que evaluar su adecuación real al tema de investigación.

Los criterios de selección del estudio pretenden identificar los estudios primarios que son aquellos con evidencia directa sobre la pregunta de investigación. Con el fin de reducir la probabilidad de

Tabla 2: Detalle de la búsqueda por cada base de dato utilizada

Base de datos	Limites	Fecha búsqueda
Web of Science	Tema	08/05/2017
IEEE Xplore	Metadata	08/05/2017
ScienceDirect	Título/ Abstract Keywords	08/05/2017
ACM Digital Library	Título/ Abstract Keywords	09/05/2017
Scopus	Título/ Abstract Keywords	09/05/2017

sesgo, los criterios de selección deben decidirse al principio, aunque pueden ser refinados durante el proceso de búsqueda.

Existen dos tipos de criterios, exclusión y inclusión. El primero indica que si el artículo presenta uno de los puntos contenido en este criterio se excluirá. El segundo involucra todas las características que cada artículo elegido tiene que tener.

Como se explicará más adelante, las personas involucradas en una RSL tienen que ser al menos 2. Por esta razón, los criterios deben ser claros para asegurar que puedan ser interpretados de manera fiable y que clasifiquen los estudios correctamente. Muchos de estos criterios son comunes a todas las RSL, como por ejemplo el idioma de los artículos, el número mínimo de páginas, etc [3], [7].

Caso práctico

En las Tablas 3 y 4 se enumeran los criterios elegidos para la selección de un artículo. Para que un artículo sea elegido tiene que presentar todas las características de los criterios de inclusión de

la Tabla 3 y además no tiene que presentar ningunas características de los criterios de exclusión de la Tabla 4. Los denominados estudios secundarios y la literatura gris incluyen libros o capítulos de libro, presentaciones en póster, resúmenes y revisiones, artículos de congreso que han dado lugar a artículos de revista, tesis doctorales, actas de los congresos.

En ingeniería de sistemas, como criterios comunes se podría añadir si en el estudio se presentan experimentos y/o simulaciones; si propone o simplemente se utiliza una determinada técnica, etc.

Tabla 3: Criterios de inclusión

- Estudios primarios
- Artículo disponible online
- Usar o proponer una técnica de estimación distribuida sobre sistemas ciberfísicos, sistemas heterogéneos o sistema de sistemas
- Usar, por lo menos, uno de los siguientes estimadores distribuidos: filtro de Kalman, filtro de partícula, filtro H_∞
- Hacer específicamente referencia a humanos o animales

Tabla 4: Criterios de exclusión

- Estudio secundario y literatura gris
- Artículo corto (≤ 3 páginas)
- Artículo cuyo idioma no es el inglés o el español
- Texto no disponible (a través de los motores de búsqueda o poniéndose en contacto con los autores)
- Estudio duplicado
- Estudio claramente irrelevante para la investigación
- Focalizado solo en el control del sistema
- No presenta experimentos o simulaciones del estimador

3.4. Función booleana

La búsqueda se inicia con una formulación adecuada de las palabras clave de la función booleana y con la investigación en las bases de datos electrónicas de cada sector. Para refinar la búsqueda y desarrollar una mejor estrategia, sería mejor antes identificar sinónimos, acrónimos, palabras truncadas y/o términos alternativos a los que se han utilizado, para garantizar que la referencia encontrada es independiente de sinónimos, variantes, etc.

Identificados los conceptos sobre los que se desea obtener información y establecida una relación lógica de los términos que los van a representar (se podrán utilizar diccionarios terminológicos, variantes ortográficas, abreviaturas y términos relacionados), se puede crear la función booleana.

La función booleana representa una cadena formada por varias combinaciones de términos de búsqueda derivados de la pregunta de investigación. Una vez encontradas las palabras claves que describen el tema de investigación, se utilizan los operadores booleanos para combinar los distintos términos. Finalmente, se lanza la estrategia de búsqueda y se revisa el resultado obtenido. Si fuese necesario, se modifica la búsqueda y se vuelve a lanzar. En este punto conviene disponer de una serie de trabajos o artículos clave que, o bien sabemos que deben estar incluidos en los resultados o bien sabemos que no debería estarlo. Esto nos permite tener una cierta confianza en la eficacia de la búsqueda realizada.

Los principales operadores utilizados son AND, OR, NOT, “ ”, *, ?, () pero no todas las bases de datos los admiten y utilizan de la misma manera (Tabla 1). En la Tabla 5 se detalla la función de cada uno de los operadores.

Tabla 5: Operadores utilizados

Operador	Función
AND	se incluyen todos los términos de búsqueda especificados
OR	se incluye cualquiera o todos los términos especificados
NOT	se incluye el primer término de búsqueda pero no el segundo
“ ”	para buscar una frase exacta
*, ?	para truncar una palabra
()	delimitar subconjuntos de la búsqueda

Caso práctico

Muchos de estos operadores se han utilizado para la función booleana elegida para este estudio, y que se presenta a continuación:

(Estimator OR Estimation OR Filter OR Filtering OR Observer OR Observability OR Sensing) AND

(“Cyber Physical System” OR “Human in the loop” OR “Human Robot” OR “System of systems” OR “Heterogeneous System” OR “Human Machine” OR “Canine Machine” OR “Heterogeneous Multiagent System” OR “Humanoid Robot” OR “Animal Ro-

bot”) AND

(Distributed OR Decentralized OR Decentralised OR “Sensor Fusion”)

En la Tabla 6 se muestran los resultados de la búsqueda obtenida poniendo la función booleana hallada en las diferentes bases de datos elegidas, aplicando el filtro en los siguientes campos: título, “abstract” y palabras clave. Se han obtenido 1788 referencias.

Tabla 6: Referencias obtenidas por cada base de dato utilizada.

Base de datos	Referencias totales
Web of Science	221
IEEE Xplore	727
ScienceDirect	40
ACM Digital Library	223
Scopus	577
	1788

4. REALIZACIÓN DE LA REVISIÓN

Obtenidos los resultados por cada base de datos, se tendrán que analizar y evaluar para verificar si realmente son buenos candidatos para la realización de la revisión. El primer filtro será la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión citados en la Subsección 3.3. En una primera inspección, se aplicarán los criterios al título y “abstract”. Sólo cuando haya dudas de si incluirlo o no, se realizará una lectura a texto completo.

4.1. Selección de estudios primarios

La búsqueda no tendrá que incluir ni estudios secundarios (review, survey), ni literatura gris compuesta por informes técnicos, actas de congresos, tesis doctorales, presentaciones en póster, libros o capítulos de libros, véase, como ejemplo los criterios de inclusión (Tabla 3) y exclusión (Tabla 4). La mayoría de las bases de datos permiten efectuar directamente este primer filtrado, no incluyendo algunos o todos los estudios secundarios.

Los artículos incluidos serán solo los publicados en revistas y en congresos que no hayan dado lugar a posteriores artículos de revista.

Un grupo internacional de expertos ha desarrollado el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), que constituye una guía para la realización de RSL [5], [7]. Se compone de 27 puntos y un diagrama

de flujo en cuatro etapas, representado en Figura 2; representan el resumen del proceso de selección.

Los resultados serán evaluados, por dos personas distintas, considerando solo el título y el “abstract” de cada uno. Solo en el caso en el que las dos personas afirmen que un artículo sea adecuado, éste pasa a la etapa siguiente. Si están en desacuerdo, una tercera persona tendrá la facultad de decidir. De este modo se reduce considerablemente la cantidad de artículos considerados idóneos. El siguiente paso es la lectura completa del texto, haciéndose una última reducción. Esta es la metodología que se utilizará para esta investigación, pero existe otra, muy usada en la literatura, que asigna a cada artículo una nota entre 0 (no relacionado con el tema) y 1 (muy relacionado con el tema), con un paso de 0.25 o 0.5, a elección de los revisores: si la nota final, que es la media entre las notas de cada revisor, es superior a un umbral prefijado, entonces el artículo se acepta, en caso contrario se rechaza.

Caso práctico

Para la búsqueda efectuada en este trabajo resultan 892 artículos incluidos (Tabla 7). En esta misma tabla se muestran los detalles de la selección de estudios primarios para la investigación de este trabajo. Se quiere evidenciar la gran cantidad de duplicados encontrados en las distintas bases de datos, que resultan más de 600. Esto es porque las distintas base de datos comparten muchas de las revistas y conferencias en el campo de la ingeniería de sistemas. La herramientas automáticas de detección de duplicados ha sido Mendeley.

Para este primer cribado se han utilizado solo algunos de los criterios de exclusión (se han descartado los estudios secundarios, la literatura gris y los duplicados). El resto de los criterios de exclusión y los criterios de inclusión son realmente las tareas que serían necesarias desarrollar entre las 2 personas y que, para el caso particular, está pendiente.

4.2. Extracción y síntesis de los datos

La validez de una RSL está estrechamente relacionada con la calidad de los estudios originales y con los métodos utilizados por los revisores para organizar y sistematizar la información útil para la revisión. Existen diferentes sistemas que ayudan a organizar la información recogida, entre las más usadas están los mapas conceptuales o las tablas de extracción de datos donde se encuentran resumidas las componentes más características del estudio. La información básica que estas tablas deben contener son [3]:

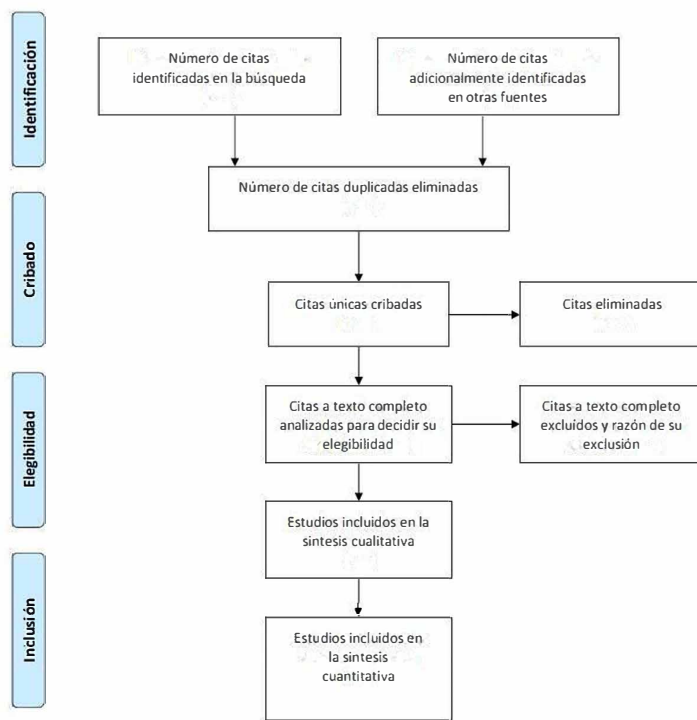


Figura 2: Diagrama de flujo del método PRISMA

Tabla 7: Resultados obtenidos por cada base de dato utilizada y resultados obtenidos después del primer cribado

Base de datos	Referencias totales	Referencias seleccionadas
Web of Science	221	214
IEEE Xplore	727	696
ScienceDirect	40	35
ACM Digital Library	223	165
Scopus	577	457
	1788	1567
Quitando los duplicados		892

- Información general: título, autor, año de publicación, revista a la cual pertenece, etc.
- Características del estudio: objetivo, contexto;
- Incidencia;
- Resultados obtenidos;
- Observaciones: notas y reflexiones.

5. Informe de la revisión

La fase final de la RSL incluye la elaboración y la redacción de todos los resultados. Como ya se

ha mencionado, la revisión no tiene que ser una simple descripción de lo que otros autores han publicado, sino una discusión crítica, objetiva y razonada de la literatura examinada, mostrando una profunda comprensión y conciencia de las diferentes argumentaciones y enfoques.

5.1. Documentación de los datos extraídos

Una vez organizada la revisión, completados los mapas y/o tablas (Figura 2), se tendrá una visión completa del conjunto del material y una orientación respecto a la articulación lógica de las relaciones entre los diferentes resultados. Entre otras cosas, este proceso facilita la organización de los contenidos y en particular, la selección de la información clave, explicitando sobre qué conceptos se deben desarrollar en la revisión.

La realización del documento tiene que recopilar todos los aspectos citados en la Sección 4.2, utilizando toda la información básica disponible en cada artículo que sea importante para la revisión, resaltando las características del estudio y los resultados obtenidos.

La RSL se concluye argumentando los resultados, es decir, se explica y propone una interpretación de los datos más significativos relacionadas con el tema.

El informe de resultados finales, tendrá que contestar de manera clara y precisa a las preguntas de investigación propuesta al principio. Algunos autores plantean esta última parte desarrollando cada pregunta con sus respectivas soluciones o bien se puede argumentar en el completo sin necesariamente utilizar esta subdivisión [12], [8].

6. Conclusiones

En este trabajo se han presentado las etapas principales de una RSL para ingeniería de sistemas. Se ha presentado un caso práctico sobre las técnicas de estimación distribuida de sistemas ciberfísicos. Queda pendiente completar la extracción y síntesis de los datos y finalmente redactar el informe, que se proponen como trabajo futuro.

Concluyendo, en la investigación futura se pretende proporcionar una investigación sobre la evolución de estas técnicas desde los años 90' hasta el 2017 con el fin de mejorar la comprensión y aclarar la trayectoria evolutiva identificando las tendencias teóricas y las lagunas que deben abordarse en estudios futuros.

Agradecimientos

Los autores agradecen a AEI/FEDER (TEC2016-80242-P) por financiar este trabajo.

Referencias

- [1] Ian F Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarabramanian, and Erdal Cayirci. Wireless sensor networks: a survey. *Computer networks*, 38(4):393–422, 2002.
- [2] Karl J Åström and P R Kumar. Control: A perspective. *Automatica*, 50:3–43, 2014. doi: 10.1016/j.automatica.2013.10.012.
- [3] Barbara Kitchenham and Stuart Charters. Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering. *Engineering*, 2007. doi: 10.1145/1134285.1134500.
- [4] Edward A. Lee. Cyber Physical Systems: Design Challenges. *Proc. of 11th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC'08)*, pages 363–369, 2008. ISSN 1555-0885. doi: 10.1109/ISORC.2008.25.
- [5] Alessandro Liberati, Jennifer Tetzlaff, Douglas G Altman, Prisma Group, et al. Prisma statement per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi degli studi che valutano gli interventi sanitari: spiegazione e elaborazione. *Evidence*, 6(7):e1000115, 2015.
- [6] Bowen Lu, John Oyekan, Dongbing Gu, Huosheng Hu, and Hossein Farid Ghassem Nia. Mobile sensor networks for modelling environmental pollutant distribution. *International Journal of Systems Science*, 42(9): 1491–1505, 2011.
- [7] David Moher, Alessandro Liberati, Jennifer Tetzlaff, Douglas G Altman, Prisma Group, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the prisma statement. *PLoS med*, 6(7):e1000097, 2009.
- [8] Daniela Quiñones and Cristian Rusu. Computer Standards & Interfaces How to develop usability heuristics : A systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces*, 53 (March):89–122, 2017. ISSN 0920-5489. doi: 10.1016/j.csi.2017.03.009.
- [9] Jorge Ivan Rave Perez. Revisión sistemática de literatura en ingeniería como apoyo a la consultoría basada en investigación. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 17(66), 2013.
- [10] Valeria Sala, Lorenzo Moja, Ivan Moschetti, Sabrina Bidoli, Vanna Pistotti, and Alessandro Liberati. Revisioni sistematiche-breve guida all uso. 2006.
- [11] J. Shi, J. Wan, H. Yan, and H. Suo. A survey of cyber-physical systems. In *2011 International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (WCSP)*, pages 1–6, Nov 2011. doi: 10.1109/WCSP.2011.6096958.
- [12] Jéssyka Vilela, Jaelson Castro, Luiz Eduardo, G Martins, and Tony Gorschek. The Journal of Systems and Software Integration between requirements engineering and safety analysis : A systematic literature review. 125:68–92, 2017. doi: 10.1016/j.jss.2016.11.031.