

Tipo de artículo: Artículo original

Método multicriterio para la evaluación de habilidades en un Sistema de Laboratorios a Distancia

Multi-criteria method for the assessment of skills in a Remote Laboratory System

Omar Mar Cornelio^{1*} , <https://orcid.org/0000-0002-0689-6341>
Jorge Gulín González² , <https://orcid.org/0000-0001-7912-2665>
Ivan Santana Ching³ , <https://orcid.org/0000-0001-5089-520X>

¹ Centro de Estudio de Matemática Computacional, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana Cuba. E-Mail: omarmar@uci.cu

Centro de Estudio de Matemática Computacional, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana Cuba. E-Mail: gulinj@uci.cu

³ Departamento de Automática, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Central Marta Abreu de las Villas. E-Mail: ching@uclv.edu.cu

* Autor para correspondencia: omarmar@uci.cu

Resumen

Con el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs), son cada vez más las áreas del conocimiento que integran, el control automático ha aportado sus Sistemas de Laboratorios a Distancias (SLD) con el fin de compartir preciados recursos tecnológicos desde Internet los cuales serían muy difícil de generalizar por su costo de implementación. Sin embargo al no existir un profesor supervisando las estrategias de control diseñadas por los estudiantes, es posible que personas no competentes accedan a la plataforma y puedan generar un mal funcionamiento en sus estaciones de trabajo. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada a partir de la implementación de un método para la evaluación de habilidades el cual utiliza un enfoque multicriterios multiexperto basado en operadores de agregación de la información como mecanismos regulatorio para el acceso a las Prácticas de Control en un (SLD). Se implementa un estudio de caso mediante el cual es posible determinar el índice de competencias del estudiante y tomar la decisión de permitir o no el acceso a la ejecución de las prácticas.

Palabras clave: Agregación de la información; evaluación de competencias; toma de decisiones.

Abstract

With the development of Information and Communication Technologies (ICTs), there are more and more areas of knowledge that they integrate, automatic control has contributed its Distance Laboratory Systems (SLD) in order to share precious technological resources from the Internet which would be very difficult to generalize due to the cost of implementation. However, since there is no teacher supervising the control strategies designed by the students, it is possible that non-competent people access the platform and may generate a malfunction in their workstations. This research describes a solution to the problem raised from the implementation of a method for the assessment of skills which uses a multi-expert multi-criteria approach based on information aggregation operators as regulatory mechanisms for access to Control Practices in a (SLD). A case study is implemented through which it is possible to determine the student's competency index and make the decision whether or not to allow access to the execution of the practices.

Keywords: Information aggregation; assessment of competencies; decision making.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Recibido: 06/09/2020
Aceptado: 22/12/2020

Introducción

La nueva forma de gestionar los procesos cotidianos con la introducción de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) integra todas las áreas del conocimiento donde el proceso de Enseñanza – Aprendizaje en sus diversas funciones incorporan en su actuación las novedosas tecnologías. La enseñanza del Control Automático ha aportado sus Sistemas de Laboratorios a Distancias (SLD) con el fin de compartir preciados recursos tecnológicos desde Internet los cuales serían muy difícil de generalizar por su costo de implementación.

Un Sistema de Laboratorio a Distancias se puede definir como una herramienta que utiliza una red de comunicaciones, donde los usuarios y los equipos del laboratorio están separados geográficamente y las tecnologías de las comunicaciones se utilizan para acceder a estos equipos (Rubio et al., 2016), (Moody et al., 2016), (Mar Cornelio et al., 2016).

La filosofía de trabajo de un (SLD) se basa en compartir recursos que desde el punto de vista tecnológico poseen alta complejidad o precios donde su reproducción sería muy costosa sobre todo en instituciones públicas presupuestadas por el estado. El objetivo fundamental se basa en lograr una disponibilidad de 24 horas durante toda la semana con una accesibilidad mundial lo que facilitaría que los estudiantes no estuvieran restringidos a un lugar o momento para realizar una tarea orientada.

Sin embargo al no existir un profesor supervisando las estrategias de control diseñadas por los estudiantes en la práctica de laboratorios, es posible que personas no competentes accedan a la plataforma y puedan generar un mal funcionamiento en sus estaciones de trabajo. En este sentido la evaluación de competencias permitiría la predicción de problemas en el funcionamiento futuro o indicar la necesidad de volver a capacitar (Ortigueira & Gómez, 2016), (Omar Mar et al., 2015).

Del análisis realizado anteriormente se puede identificar que la evaluación de competencias constituyendo actualmente un elemento a profundizar identificándose las siguientes insatisfacciones:

- Se carece de mecanismos para la evaluación de las competencias de los estudiantes practicantes.
- Incertidumbre para determinar si una persona esta apta para realizar una práctica determinada.

Tomándose como objeto de estudio el proceso de evaluación de competencias, se propone como objetivo general de la investigación: desarrollo de un método que permita la evaluación de competencias que regule la autorización para realizar estrategias de control en un Sistema de Laboratorio a Distancia.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Materiales y métodos

En la presente sesión se describe el proceso de inferencia para la toma de decisiones sobre las evaluaciones de competencias, se describen las características generales del método que facilitan la comprensión de la propuesta. El método para la evaluación de competencias en su versión 1.0, está orientado a soportar para la toma de decisiones en un Sistema de Laboratorios a Distancias. Realiza tres actividades básicas: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 representa un esquema general de la propuesta donde intervienen las diferentes etapas.

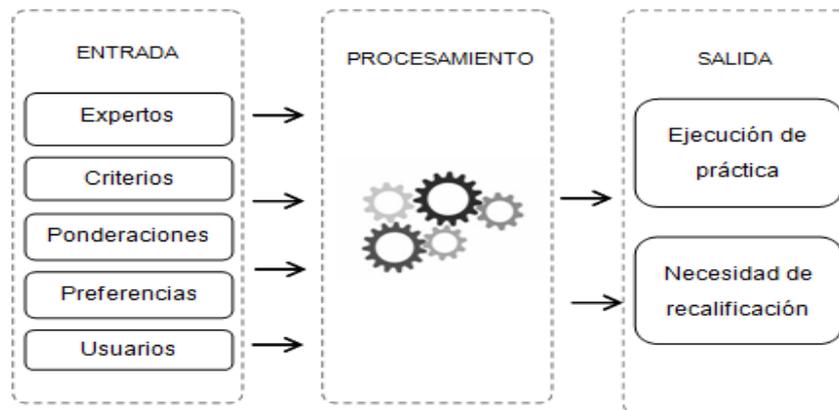


Figura 1. Esquema general de la propuesta.

Descripción de las etapas del método

1. Entrada de información: Proceso mediante el cual el sistema de información toma los datos que requiere para ser procesada (Duan, 2012). En la propuesta, existen datos gestionados manualmente que son aquellas que se proporcionan de forma directa por el usuario como es la gestión expertos, criterios, ponderación otorgado por un experto a un criterio dado, la preferencia es la evaluación otorgada a las respuestas brindadas por los usuarios o alternativas.

3. Procesamiento de información: Capacidad del método para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Esta característica permite la transformación de datos aleatorios en información organizada. El método interviene directamente en este proceso, siendo posible determinar las competencias de un usuario o alternativa (O Mar et al., 2015).



4. Salida de información: La salida es la capacidad de un sistema de información para visualizar los datos procesados. Las unidades típicas de salida son las impresoras, interfaces, cintas magnéticas entre otros (González, 2013), (Cornelio & Gulín, 2018a), (Cornelio & Gulín, 2018b). Para el método propuesto las informaciones fundamentales brindadas es el elemento necesario para la toma de decisiones centrado en la necesidad de recapacitar a un usuario o alternativa o la posibilidad de continuar el trabajo en el Sistema de Laboratorios a Distancias.

Estructura del método propuesto

Para el manejar el proceso de selección, decisión, interpretación y aplicación del comportamiento que refleja el razonamiento (Muñoz-Osuna et al., 2016). Procesa e interpreta reglas y procesamiento operacional que se encargan de resolver un problema de decisión (Wang et al., 2015). En la lógica clásica, es posible deducirse mediante el empleo de reglas, si su premisa es cierta, también lo será su conclusión (Bouza et al., 2016), (Mar-Cornelio et al., 2019). El autor propone para ello un procedimiento para la toma de decisiones, el cual se basa en el enfoque multicriterio (Grajales & Serrano, 2013), (Mar, 2014), (Mar Cornelio, Gulín González, et al., 2020) compuesto por los siguientes pasos:

- Paso 1: Identificar los criterios valorativos.
- Paso 2: Asignar peso a los criterios.
- Paso 3: Asignar criterios a persona.
- Paso 4: Evaluar criterios a persona.
- Paso 5: Determinar importancia de los criterios evaluados.
- Paso 6: Procesar inferencia.

A continuación se describen cada uno de los pasos:

1 Identificar los criterios a valorar

La identificación de los criterios a valorar, no es más que la selección de los indicadores que se le asignarán a un usuario o alternativa por el cual se le medirá su nivel de competencias.

Debe cumplirse que:

Los criterios asignados sean, $C = \{c_1 \dots c_m\} (n \geq 2)$.

El dominio de criterios C sea finito.

2 Asignar peso a los criterios

Aplicándose un enfoque multiexperto, adquiere importancia la actividad del grupo de evaluadores quienes mediante su interacción diaria con los criterios evaluativos, permitirán refinar el peso asignado a los indicadores (Yuan et al., 2015). Para el autor se entenderá por peso al valor que se le atribuye a la evaluación de un criterio con respecto al



resto de los criterios. Uno de los principales aspectos en el análisis de los problemas, es conocer cuál es el criterio más importante y cuánto representa la importancia. Los pesos se determinarán a través de las valoraciones de los evaluadores E del proceso de evaluación del desempeño. Estos podrán expresar sus preferencias a través de un valor lingüístico al que se le corresponde un valor numérico. La Tabla 1 muestra el dominio de valores a utilizar.

Tabla 1: Dominio de valores para asignar peso a los indicadores.

Valor	Impacto
0,1	Sin importancia
0,2	Poco importante
0,3	Ligeramente importante
0,4	Algo importante
0,5	Importancia media
0,6	Importante
0,7	Muy importante
0,8	Fuertemente importante
0,9	Muy fuertemente importante
1	Extremadamente importante

Tomando como referencia el dominio de valores propuesto en la Tabla 1, cuando los evaluadores emiten sus valoraciones respecto a los criterios, si dos criterios tienen igual valoración indica que ambos criterios son igualmente importantes y si un criterio tiene mayor valor que otro significa que el primero es más importante. Más de un criterio puede tener el mismo valor, el valor cero para algún criterio indica la no importancia del criterio, mientras que el valor más alto indica la máxima importancia para ese criterio.

A cada evaluador E se le pide que emita su opinión acerca de la importancia W que tiene cada indicador con relación a los criterios a evaluar. Los pesos de los indicadores son normalizados de modo que cumplan las siguientes condiciones:

Condición 1: $0 \leq W_j \leq 1$

Condición 2: $\sum_{j=1}^m W_j = 1$

El valor relativo de cada criterio (EP) se obtiene mediante la expresión $EP = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{E}$

$$P = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n EP}$$

El peso P de los criterios se determina con la expresión



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

3 Asignar criterios a personas

La asignación de los criterios evaluativos a las personas, consiste en determinar de todos los criterios existentes $C = \{c_1 \dots c_m\} (n \geq 2)$ cuáles corresponden a las funciones que solicita un usuario que se determina en función del área en la que desea trabajar en el Sistema de Laboratorios a Distancias.

4 Evaluar criterios a las personas

Concluido el proceso de ejecución de las tareas o criterios asignados para el usuario o alternativa, se ha enmarcado el proceso de evaluación de competencias, donde se emite una preferencia P sobre la ejecución de los criterios asignados, para ello se utiliza la escala propuesta en la Tabla 2.

Tabla 2: Dominio de valores para evaluar criterios.

Valor	Impacto
0	Incumplida (Deficiente)
0,25	Cumplida con recomendaciones
0,5	Cumplida (Adecuado)
0,75	Cumplida con méritos
1	Sobre cumplida (Superior)

El conjunto de valores propuesto para evaluar los criterios en función de obtener la preferencia del indicador o tarea, es propuesto teniendo en cuenta que:

- Máxima preferencia del dominio de valores corresponde a la mayor evaluación $P = 1 = \text{Max} = \{\text{Superior}\}$.
- Mínima preferencia del dominio de valores corresponde a la menor evaluación $P = 0 = \text{Min} = \{\text{Deficiente}\}$.
- Media preferencia corresponde a la media aritmética del dominio de valores $P = 0,5 = \text{Med} = \{\text{Adecuado}\}$.
- Mayor que mínima (MayMin) preferencia del dominio de valores corresponde a la media aritmética entre el valor de Adecuado y Deficiente $P = 0,25 = \text{MayMin} = \{\text{Cumplida con recomendaciones}\}$. Menor que Máxima (MinMay) preferencia del dominio de valores corresponde a la media aritmética entre el valor de Adecuado y Superior $P = 0,75 = \text{MinMay} = \{\text{Cumplida con méritos}\}$.

5 Determinar la importancia de los criterios evaluados

Para la selección de la importancia se utiliza el operador OWA, media ponderada ordenada, Ordered Weighted Averaging (Kishor et al., 2014). Este método unifica los criterios clásicos de decisión en incertidumbre en un solo modelo (Mei et al., 2014), (Mar Cornelio, Santana Ching, et al., 2020). Es decir, abarca los criterios optimista,



pesimista, el de Laplace y el de Hurwicz en una sola expresión (David Luis & Julio César, 2014). Se obtiene mediante la siguiente expresión:

- Sea el conjunto de alternativas $A = \{a_1 \dots a_n\}$ que representan las personas a evaluar.
- Sea el conjunto de criterios $C = \{c_1 \dots c_m\} (n \geq 2)$ que son asignados a las personas.
- Importancia o peso W atribuido a los criterios C .
- Conjunto de preferencias $P = \{p_{(c1)}, \dots, p_{(cn)}\}$ sobre la evaluación del comportamiento de los criterios C en las alternativas A .

Definición:

- Es una función de importancia $F : R^n \rightarrow R$ de dimensión n que tiene un vector de importancia W de dimensión n con $W_{ij} \in [0,1]$ y $\sum_{j=1}^n W_j = 1$, de forma tal que:
 - $F(p_1, p_2, \dots, p_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j$, donde b_j es el j-ésimo más grande de los p_j ordenados.

Con la aplicación del proceso de agregación de la información, se obtiene mediante la función de importancia F , la importancia del comportamiento de los criterios evaluados para una persona o alternativa.

Procesar inferencia

Una vez obtenida la función de importancia atribuida a las alternativas F^a , se plantea un sistema de representación del conocimiento basado en un árbol de decisión mediante el cual es posible expresar un conjunto de reglas. La Figura 2 muestra el árbol de decisión de inferencias.



Figura 2. Árbol de decisión de inferencia.



El árbol se puede expresar mediante el siguiente sistema de regla:

Concluyendo que si la inferencia decisional es verdadera “SI” entonces el resultado es el valor consultado, de lo contrario se sigue consultando reglas hasta obtener un valor verdadero.

R1: Si $F \geq 0.67$ Entonces evaluación de las competencias = Superior.

R2: Si $F \leq 0.33$ Entonces evaluación de las competencias = Deficiente.

R3: Si $F \leq 0.66$ y $F \geq 0.34$ Entonces evaluación de las competencias = Adecuado.

Después de realizar el proceso de inferencias aplicado a la función de importancia F sobre el conjunto de reglas derivadas del árbol de decisión, se obtiene como resultado la evaluación de las competencias de una persona o alternativa del proceso. Para valores de superior el usuario podrá acceder a las prácticas de control que solicite. Para valores de Adecuado, el usuario podrá ejecutar las prácticas de control que solicite condicionado a una cantidad de errores posibles dentro del Sistema de Laboratorios a Distancia en caso de ser agotado requerirá de nuevas capacitación. Para valores Deficientes, el usuario no podrá ejecutar las prácticas de control que solicite

Resultados y discusión

El estudio de caso ha sido utilizado especialmente como herramienta útil para probar modelos teóricos aplicándolos en situaciones del real. La presente investigación utiliza un estudio de caso sobre un estudiante seleccionado al azar que desea utilizar el Sistema de Laboratorios a Distancia. El objetivo central del estudio realizado sería determinar si el estudiante posee competencias para realizar prácticas de control.

Identificar los criterios a valorar

Criterio 1: Un sistema de control automático es:

- A) El controlador utilizado que ejecuta una función de transferencia.
- B) El mantenimiento del funcionamiento en una plante de un valor deseado dentro de un conjunto de valores posibles.
- C) Planta automatizadas que representa una situación real.

Criterio 2: Una función de transferencia es:

- A) La representación matemática de una planta.
- B) La representación de una ecuación que describe la entrada de señal en una planta.
- C) Ecuación capaz de interactuar en una planta para mantener un valor deseado de salida.

Criterio 3: Conociendo la forma de respuesta de una planta que posee las siguientes raíces ($-5.0000 + 8.6603$; $-5.0000 - 8.6603$). Determine cuál de los criterios cumple.

- A) Sistema estable.



B) Sistema inestable.

C) Sistema lineal.

Criterio 4: La función de transferencia que a continuación se muestra, visualiza un sistema retroalimentado. Diga cuál de las características que a continuación se describen cumple la función.

$$G_1(S) = \frac{100}{S^2 + 10S + 100} \cdot \frac{100}{S^2 + 10S + 100} * 1$$

A) Es un sistema de segundo orden.

B) Posee una retroalimentación positiva con ganancia unitaria.

D) Es una función inestable de primer orden.

Criterio 5: La figura 3, representa la respuesta de un sistema a una entrada escalón unitaria con una ganancia en el controlador igual a 1, 2 y 5. Diga cuál de las condiciones cumple el sistema.

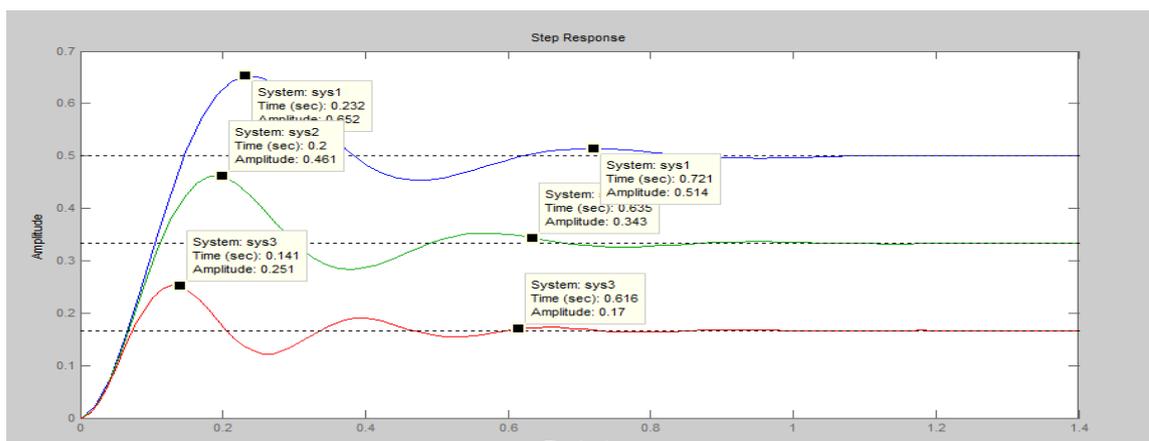


Figura 3. Respuesta del sistema.

A) Sistema sub amortiguado.

B) Sistema sobre amortiguado.

C) Para ganancia cada vez mayores el error en estado estable que cuantifica la diferencia entre la salida y la entrada se hace cada vez menor

D) Para ganancia cada vez mayores el error en estado estable que cuantifica la diferencia entre la salida y la entrada se hace cada vez menor



Criterio 6: La gráfica (Figura 4) muestra el lugar Geométrico de las Raíces con el efecto integral para ganancias variables del controlador. Diga cuál de los criterios cumple.

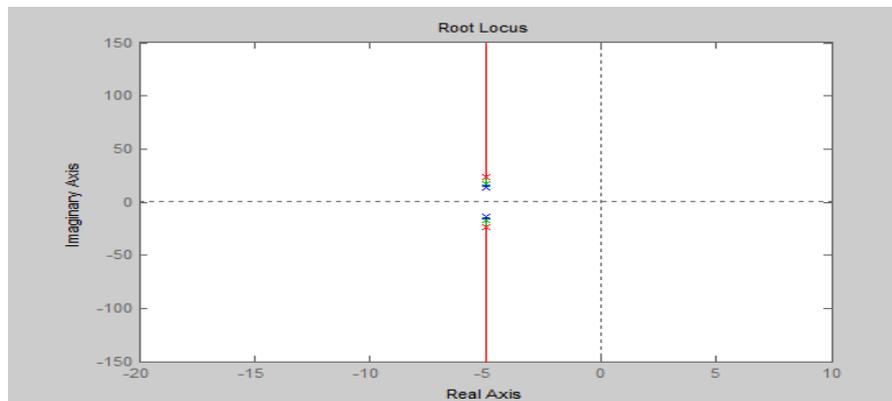


Figura 4. Respuesta del sistema.

- A) Posee dos polos y dos ceros
- B) Posee dos ceros
- C) Representa un sistema inestable
- D) Posee dos polos complejos conjugados

Asignar peso a los criterios

Los pesos se determinarán a través de las valoraciones de los evaluadores del proceso. Puede ser aplicado un enfoque multicriterio multiexperto o simplemente multicriterio monoexperto. Podrán expresar sus valoraciones a través de un valor lingüístico al que se le corresponde un valor numérico. La Tabla 1, en este paso se determina el peso mediante el cual se determinará posteriormente el índice de competencias. La Tabla 3, muestra el resultado obtenido del proceso.

Tabla 3: Asignación de pesos a los criterios.

Criterios	Valor otorgado	Valor relativo $EP = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{E}$	Peso del criterio $P = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n EP}$
C1(Pregunta 1)	0,5	0,5	0,125
C2(Pregunta 2)	0,5	0,5	0,125
C3(Pregunta 3)	0,7	0,7	0,175
C4(Pregunta 4)	0,7	0,7	0,175



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

C5(Pregunta 5)	0,8	0,8	0,2
C6(Pregunta 6)	0,8	0,8	0,2

3 Asignar criterios a personas

La asignación de los criterios evaluativos a las personas, se aplica a los usuarios que su función en el Sistema de Laboratorios a Distancia sería la implementación de estrategias de control. Para lo cual se toma un grupo de criterios de los existentes, el grupo se determina por el evaluador según el nivel de competencias que desee identificar. Para el caso de estudio, se seleccionan los seis criterios existentes.

4 Evaluar criterios a las personas

El proceso de evaluación es el elemento del proceso donde se obtiene una preferencia sobre las respuestas brindadas por el usuario objeto de estudio. La Tabla 4 muestra los criterios utilizados, el rango de posibles salidas que representa el conjunto de reglas posibles para evaluar el criterio separadas con el signo “;”, respuestas emitidas por el usuario y la preferencia otorgada.

Tabla 4: Resultados de preferencias.

Criterios	Rango de posibles salidas	Respuestas	Preferencias
C1(Pregunta 1)	B= 1; A,C= 0; A,B= 0,5; C,B= 0,5 ; A,B,C= 0	B	1
C2(Pregunta 2)	C= 1; A,B= 0; C,A= 0,5; C,B=0,5 ; A,B,C=0	C,A	0,5
C3(Pregunta 3)	A=1 ; B,C=0, A,B= 0,5; A,C=0,5; A,B,C=0	A	1
C4(Pregunta 4)	A,B= 1; A=0,5; B=0,5; D=0; A,D=0; B,D=0; A,B,D=0,5	A	0,5
C5(Pregunta 5)	A,D=1; B,C=0, A=0,5; D=0,5; A,D,B,C=0; A,B=0, A,C=0; D,B=0, D,C=0	A	0,5
C6(Pregunta 6)	D=1; A,B,C=0; A,B,D=0; B,C,D=0; C,A,D=0	D	1

Determinar la importancia de los criterios evaluados

Para determinar la importancia de los criterios a evaluar, se utiliza el operador de agregación de información OWA, la Tabla 4, muestra el cálculo realizado para obtener la función de preferencia.

Tabla 4: Resultados de preferencias.

Preferencias	Pesos Ordenados	Preferencias x Peso $w_j b_j$
1	C5 (0,2)	0,2
0,5	C6 (0,2)	0,1



1	C3 (0,175)	0,175
0,5	C4 (0,175)	0,0875
0,5	C1(0,125)	0,0625
1	C2(0,125)	0,125
$F(p_1, p_2, \dots, p_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j$		0.75

Procesar inferencia

Utilizando las reglas de inferencias derivadas del árbol de decisión Figura 2, se puede concluir que el estudiante practicante con un índice de competencias obtenida mediante la función de importancia F, posee un conjunto de competencias básicas necesarias para el trabajo con estrategias de control, dando acceso a las prácticas disponible.

Conclusiones

Para que un Sistema de Laboratorios a Distancia logre ser sustentable en el tiempo sin ser averiados sus dispositivos, requiere de la implementación de mecanismo que faciliten determinar las competencias de los estudiantes practicantes.

Con la creación de un procedimiento que aplique técnicas multicriterios para medir el índice de competencias para los estudiantes practicantes, es posible delimitar el acceso por competencias a las prácticas de control especializadas en un Sistema de Laboratorios a Distancias.

Mediante la aplicación práctica de la propuesta presentada en el caso de estudio, se pudo evidenciar que es posible contar con un procedimiento capaz de identificar las competencias de un estudiante que acceso al Sistema de Laboratorios a Distancia obteniéndose en el ejemplo acceso a las prácticas por poseer el estudiante un índice de competencias de 0,75 considerado de superior en el procedimiento.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no poseen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Omar Mar Cornelio, Jorge Gulín González, Ivan Santana Ching.

Curación de datos: Omar Mar Cornelio.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Análisis formal: Omar Mar Cornelio.

Investigación: Omar Mar Cornelio.

Metodología: Omar Mar Cornelio.

Software: Omar Mar Cornelio.

Supervisión: Jorge Gulín González.

Validación: Ivan Santana Ching.

Visualización: Omar Mar Cornelio, Jorge Gulín González.

Redacción – borrador original: Omar Mar Cornelio, Jorge Gulín González, Ivan Santana Ching.

Redacción – revisión y edición: Omar Mar Cornelio, Jorge Gulín González, Ivan Santana Ching.

Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externo.

Referencias

- Bouza, C., Castro, C., Garcia, J., & Rueda, M. (2016). *Mathematical modeling of phenomena of the environment and of health*. Vol. 3. https://www.researchgate.net/publication/265503766_Mathematical_modeling_of_phenomena_of_the_environment_and_of_health_Vol_3?ev=prf_pub
- Cornelio, O. M., & Gulín, J. G. (2018a). Modelo para la evaluación de habilidades en ingeniería automática. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 21-32.
- Cornelio, O. M., & Gulín, J. G. (2018b). Modelo para la evaluación de habilidades profesionales en un Sistema de Laboratorios a Distancia. *Revista Científica*, 3(33), 1.
- David Luis, L. R. M., & Julio César, A. (2014). Revisión de Operadores de Agregación. *Campus Virtuales*, Vol.2 (No.3), 24-44. <http://oaji.net/articles/2015/2374-1440687124.pdf>
- Duan, A. (2012). *Definición de sistema de Información*. Retrieved Consultado el 26 de diciembre 2014 from <http://www.econlink.com.ar/sistemas-informacion/>
- González, J. (2013). Propuesta de algoritmo de clasificación genética. *RCI*, Vol. 4 (No.2), 37-42.
- Grajales, A., & Serrano, E. (2013). Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación. *Luna Azul*(No. 36).
- Kishor, A., Singh, A. K., & Pal, N. R. (2014). Orness Measure of OWA Operators: A New Approach. *Fuzzy Systems, IEEE Transactions on*, 22(4), 1039-1045. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2282299>



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

- Mar-Cornelio, O., Santana-Ching, I., & González-Gulín, J. (2019). Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control. *Revista Científica*(36), 356-366.
- Mar Cornelio, O., Gulín González, J., Bron Fonseca, B., & Garcés Espinosa, J. V. (2020). Sistema de apoyo al diagnóstico médico de COVID-19 mediante mapa cognitivo difuso. *Revista Cubana de Salud Pública*, 46(4).
- Mar Cornelio, O., Gulín González, J., Santana Ching, I., & Rozhnova, L. (2016). Sistema de Laboratorios a Distancia para la práctica de Control Automático. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(4), 171-183.
- Mar Cornelio, O., Santana Ching, I., & Gulín González, J. (2020). Operador por selección para la agregación de información en Mapa Cognitivo Difuso. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 14(1), 20-39.
- Mar, O. (2014). Procedimiento para determinar el índice de control organizacional. *Revista Infociencia*, Vol.18(No.2).
- Mar, O., Leyva, M., & Santana, I. (2015). *Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias*. Retrieved No. 2 from <http://cinfo.idict.cu/index.php/cinfo/article/download/700/530>
- Mar, O., Véliz, Y. Z., Felipe, M. d. R. C., & Vázquez, M. L. (2015). Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 9(4), 16-29.
- Mei, S., Zhu, Y., Qiu, X., Zhou, X., Zu, Z., Boukhanovsky, & Sloot, P. M. A. (2014). Individual Decision Making Can Drive Epidemics: A Fuzzy Cognitive Map Study. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol.22(No.2), 264-274. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2251638>
- Moody, J. A. O., Alonso, R. E. S., Barbosa, J. J. G., & Morales, G. R. (2016). Virtual Laboratories for Training in Industrial Robotics. *IEEE Latin America Transactions*, 14(2), 665-672. <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7437208>
- Muñoz-Osuna, F. O., Medina-Rivilla, A., & Guillén-Lúgigo, M. (2016). Jerarquización de competencias genéricas basadas en las percepciones de docentes universitarios. *Educación química*, 27, 126-132. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2016000200126&nrm=iso
- Ortigueira, L., & Gómez, D. (2016). Creación de habilidades y competencias a través del empleo de las nuevas tecnologías para el apoyo al proceso de aprendizaje *GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología*, Vol.4(No.1).
- Rubio, E., Santana, I., Esparza, V., & Rohten, J. (2016, 19-21 Oct. 2016). Remote laboratories for control education: Experience at the universidad del Bío-Bío. 2016 IEEE International Conference on Automatica (ICA-ACCA),



- Wang, T., Bi, T., Wang, H., & Liu, J. (2015). Decision tree based online stability assessment scheme for power systems with renewable generations. *CSEE Journal of Power and Energy Systems*, 1(2), 53-61. <https://doi.org/10.17775/CSEEJPES.2015.00019>
- Yuan, Y., Xu, H., Wang, B., Zhang, B., & Yao, X. (2015). Balancing Convergence and Diversity in Decomposition-Based Many-Objective Optimizers. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, PP(99), 1-1. <https://doi.org/10.1109/TEVC.2015.2443001>

