



Facultad de Ingeniería Informática
Universidad Tecnológica de La Habana
José Antonio Echeverría
cujae

SISTEMA PARA EL ENTRENAMIENTO DE OPERARIOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

**Trabajo de Diploma para Optar por el Título de
Ingeniería en Informática**

Autor: Mónica Montoto Montané

Tutor: Dra. Raisa Socorro Llanes

La Habana, Cuba
7 de septiembre de 2022

Resumen

La Industria Alimentaria en Cuba juega un rol muy importante dentro de la economía del país. Cuando existe una falla en su proceso productivo, no siempre están presentes los expertos para su posible solución, ya que no todos los técnicos están preparados para tomar decisiones correctas en determinadas circunstancias. En ese caso, se detiene la producción hasta que aparezca el trabajador que pueda resolver la falla ocurrida, provocando pérdidas en numerosas áreas y sectores. Es por ello que, esta industria, presenta la necesidad de capacitar a todos sus operarios ante los procesos que en ella se desarrollan.

Para brindarle una solución a esta problemática se desarrollaron, por el Instituto de Investigaciones de la Industria Alimentaria (IIIA) y la Facultad de Ingeniería Informática e Ingeniería Química de la CUJAE, un Sistema Experto para el Control de Procesos Químicos (SECPROIT) y un Generador de Bases de Conocimiento.

Este sistema experto SECPROIT, tiene como objetivo evaluar las decisiones que toman los operarios ante diferentes situaciones críticas y brinda a los jefes los resultados de las mismas y cómo se van superando sus trabajadores ante cada proceso. Actualmente, dicho sistema, presenta ciertas limitaciones que impiden su correcto funcionamiento, por lo que es necesario realizar una actualización del mismo.

Una vez logrado este objetivo se podrán resolver los problemas de la Industria Alimentaria, planteados al inicio de este resumen. A esta investigación se le atribuye un valor práctico, ya que este sistema (artefacto de salida) será implementado en las Industrias Azucareras Cubanas.

Palabras claves: Industria Alimentaria, proceso productivo, operario, Instituto de Investigaciones de la Industria Alimentaria (IIIA), situación crítica, Sistema Experto para el Control de Procesos Químicos (SECPROIT), Generador de Bases de Conocimientos, sistema experto, artefacto de salida.

Abstract

The Food Industry in Cuba plays a very important role in the country's economy. When there is a fault in your production process, experts are not always present for its possible solution, since not all technicians are prepared to make the correct decisions in certain circumstances. In this case, production is stopped until the worker who can solve the fault that has occurred appears, causing losses in numerous areas and sectors. That is why this industry presents the need to train all its operators before the processes that are developed in it.

To provide a solution to this problem, the Food Industry Research Institute (IIIA) and the Faculty of Computer Engineering and Chemical Engineering of CUJAE developed an Expert System for the Control of Chemical Processes (SECPROIT) and a Generator of Knowledge Bases.

This SECPROIT expert system aims to evaluate the decisions made by operators in different critical situations and provides managers with the results thereof and how their workers are improving in each process. Currently, this system has certain limitations that prevent it from working properly, so it is necessary to update it.

Once this objective has been achieved, the problems of the Food Industry, raised at the beginning of this summary, can be resolved. A practical value is attributed to this research, since this system (exit device) will be implemented in the Cuban Sugar Industries.

Keywords: Food Industry, production process, operator, Food Industry Research Institute (IIIA), critical situation, Expert System for the Control of Chemical Processes (SECPROIT), Knowledge Base Generator, expert system, exit device.

Índice general

Índice de tablas

Índice de figuras

Introducción

En la actualidad, el desarrollo tecnológico se ha convertido prácticamente en una obligación para la mayoría de los entornos laborales, industriales y sociales. En un mundo tan globalizado, que avanza y se supera con una rapidez vertiginosa, no resulta de extrañar que se exijan mejores condiciones y prestaciones. A partir de estas demandas, surge la necesidad de establecer nuevas técnicas en las grandes empresas que, de manera automática, faciliten todo tipo de actividades, desde lo laboral y comercial, hasta lo cotidiano [?]. Estas exigencias requieren nuevos desafíos, sin incluir los retos tecnológicos ya mencionados. Los avances técnicos traen consigo la necesidad de contar con factores humanos capacitados para responder ante este nuevo desarrollo científico [?].

Cuba no está ajena a esta nueva revolución tecnológica. El país está abocado a la creación y fortalecimiento de programas de posgrado que consoliden, complementen, profundicen y originen nuevos conocimientos, inmersos en áreas relacionadas con estos cambios de la era digital. De esta forma se proporcionan herramientas para afrontar retos, tomar decisiones y solucionar problemas de la sociedad cubana en general [?].

El empleo de una tecnología de software propia reduce el tiempo de desarrollo y puesta marcha de la misma, minimiza el costo, aporta gran flexibilidad y eficiencia en las operaciones, mejora significativamente la trazabilidad de los procesos y facilita el trabajo a partir de diseños amigables de la interfaz hombre-máquina [?]. Es por ello que, en Cuba, constantemente se trabaja en función de desarrollar nuevos sistemas que permitan un avance técnico significativo. Por citar un ejemplo, la Industria Farmacéutica Cubana está compuesta por procesos tecnológicos de elevada complejidad, que necesitan cumplir con exigentes indicadores de calidad en la producción de medicamentos. A esta industria se le empleó una metodología que permitió automatizar la mayoría de sus procesos. Esta, ha significado un ahorro al país superior a tres millones y medio en moneda convertible en los últimos cinco años, un gran beneficio gracias al avance tecnológico [?].

En ocasiones, las ventajas competitivas que se obtienen con el uso de la tecnología, pueden verse afectadas por diversos riesgos, lo que provoca una posibilidad de pérdida hacia el futuro. Aunque son un hecho probabilístico sobre el que se tiene cierta incertidumbre, porque pueden ser provocados por factores internos o externos a la organización, tienen el poder de originar efectos indeseados en el cumplimiento de los objetivos de las instituciones. Ante esta realidad, ha surgido como necesidad la gestión

de riesgos, con el propósito de lograr ejercicios de planeación y ejecución más acertados. De esta situación no escapa la Industria Cubana y como parte de ella, la Industria Alimentaria [?].

La Industria Alimentaria Cubana juega un rol muy importante dentro de la economía del país. Se caracteriza por trabajar de manera ininterrumpida, con un personal que cambia frecuentemente. Esta situación dificulta el entrenamiento de sus procesos productivos, ya que no cuenta con suficientes especialistas para la capacitación de los trabajadores. Al generarse una falla en un proceso, existe el inconveniente de una posible ausencia de expertos que encuentren una solución al problema, ya que todos los técnicos no tienen el mismo nivel de preparación para tomar decisiones ante fallas en determinadas circunstancias. En este caso, resulta entonces necesario paralizar el proceso productivo hasta localizar al experto que solucione el problema detectado, lo que genera pérdidas de recursos y un incumplimiento en el tiempo de producción [?].

El Instituto de Investigación de la Industria Alimentaria (IIIA) posee un capital humano especializado y de prestigio que a lo largo de los años, logró resultados científico-técnicos consistentes en la creación de aditivos, extensores alimenticios y la fortificación con vitaminas y minerales de alimentos seleccionados. El propósito de esta institución es lograr ventajas competitivas sostenibles en las industrias cubanas [?]. Para darle solución al problema de la Industria Alimentaria, planteado anteriormente, este instituto, en conjunto con las facultades de Ingeniería Química e Ingeniería Informática (ambas de la CUJAE), desarrolló un Sistema Experto para el Control de Procesos Químicos (SECPROIT) y un Generador de Bases de Conocimiento.

El Generador de Bases de Conocimiento es el encargado de crear las bases de información para los diferentes procesos químicos que ocurren en una fábrica. Cada base contiene un grupo de variables, cada una con sus características y clasificaciones. De cada variable se conocen las causas que pueden provocar un estado de riesgo o alarma. De cada causa, se conocen las recomendaciones a seguir para minimizar los riesgos en el proceso productivo. A partir de estos datos, el generador elabora un conjunto de ficheros que luego serán utilizados por el SECPROIT [?].

El Sistema Experto para el Control de Procesos Químicos (SECPROIT) tiene como objetivo asesorar la toma de decisiones durante la ejecución de un proceso. A partir de los datos obtenidos por el Generador de Bases de Conocimiento, este sistema produce un conjunto de entrenamientos para los operarios de la fábrica. En cada prueba, el usuario debe escoger las variables que considere en estado de alarma, señalar sus posibles causas y seleccionar las recomendaciones a seguir. Cada prueba contiene tres etapas: variables, causas y recomendaciones. Estas evaluaciones son utilizadas para advertir los conocimientos de los trabajadores y la capacidad que posee cada uno [?].

Actualmente el sistema SECPROIT posee ciertas limitaciones que impiden que sea implementado en las industrias:

- a la hora de generar o evaluar los entrenamientos, la información utilizada se extrae directamente de los ficheros obtenidos por el Generador de Bases de Conocimiento, lo que resulta una demora extra
- solo existe un método de pregunta
- el resultado del entrenamiento está dado por la cantidad de preguntas correctas que se respondieron, sin tener en cuenta el tiempo utilizado
- en la última etapa, las recomendaciones, no se evalúan correctamente los resultados ni se muestra la puntuación obtenida
- los entrenamientos se realizan de manera continua, sin posibilidad de pausa
- las etapas aparecen de manera consecutiva, sin importar si la anterior fue aprobada o no, ya que los resultados solo influyen en la evaluación final (aparecen etapas innecesariamente)
- los procesos se pueden evaluar una sola vez, es decir, por cada proceso existe un único entrenamiento, lo que limita la capacidad de aprendizaje del trabajador
- los reportes del sistema no brindan toda la información requerida para conocer la capacidad del trabajador
- las visuales del sistema son poco intuitivas, con colores oscuros y de diversos tamaños, lo que resulta poco amigable para el usuario

A partir de estas restricciones se intuyen un número de cambios necesarios a realizar. Estas modificaciones deben abarcar tanto la lógica programada, como su base de datos, sus interfaces de usuario y la estructura del sistema. Es decir, son requeridas diversas transformaciones en todas las capas internas del SECPROIT. Es por ello que, una actualización desde el propio sistema, resulta más trabajosa que realizar un proyecto nuevo. Esto se debe a que modificar un código escrito, para adaptarlo a una nueva estructura y una nueva base de datos, resulta más complejo que elaborarlo de cero [?].

Partiendo de este principio, resulta evidente que, la solución a esta situación problemática, es desarrollar un nuevo sistema tomando como origen el SECPROIT. Esta actualización debe poder resolver el problema de investigación que se planteaba al principio: *¿Cómo lograr una completa capacitación de los operarios de la Industria Alimentaria, ante la toma de decisiones en una situación crítica?*

Por lo tanto, el objetivo general de esta investigación es:

- Generar un sistema capaz de adiestrar a los operarios de la Industria Alimentaria, tomando como guía el sistema SECPROIT, pero solucionando las limitaciones que este actualmente presenta.

Para poder cumplir con el objetivo de esta investigación, deben completarse los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar y decidir con qué tecnologías se realizará el nuevo sistema
2. Modelar la actualización del SECPROIT, tomando como base el sistema anterior
3. Diseñar la nueva base de datos a partir del modelo resultante en el objetivo anterior
4. Programar el sistema en cuestión, teniendo en cuenta las limitaciones presentes en la versión actual
5. Diseñar e implementar las nuevas interfaces, rectificando lo señalado en el sistema anterior
6. Programar el entrenamiento de los operarios a partir de la información recibida por el Generador de Bases de Conocimiento
7. Diseñar y realizar pruebas al nuevo sistema resultante
8. Desplegar la aplicación en la Facultad de Ingeniería Química, para luego implementarla en las industrias

Cada objetivo específico presenta un grupo de tareas a realizar, las cuales permitirán completar dichos objetivos. A continuación, el listado de tareas específicas:

- Analizar los requisitos funcionales que debe cumplir el sistema, para seleccionar las tecnologías con las que se trabajarán
- Realizar diagramas auxiliares para comprender y estructurar el nuevo sistema (diagrama de caso de uso, modelo de dominio, diagrama de actividades, entre otros)
- Diseñar la nueva base de datos
- Implementar la nueva base de datos
- Implementar las funcionalidades que permitan la administración del sistema
- Realizar el diseño de las nuevas interfaces
- Desarrollar e implementar las nuevas interfaces
- Implementar la generación de preguntas asociadas a la evaluación del estado de las variables (fase de entrenamiento)

- Implementar la generación de preguntas asociadas a la evaluación de las causas del estado de una variable (fase de entrenamiento)
- Implementar la generación de preguntas asociadas a la evaluación de las recomendaciones del estado de una variable (fase de entrenamiento)
- Implementar la configuración del proceso de evaluación asociado a un proceso en específico
- Implementar la conexión con el JBOSS para obtener las respuestas correctas para las preguntas asociadas a las causas y recomendaciones
- Implementar proceso de evaluación parcial para cada etapa
- Implementar evaluación integral del operario en un proceso
- Diseño de las pruebas al sistema
- Ejecución de las pruebas y experimentos al sistema
- Crear un manual de usuario del nuevo sistema
- Desplegar el nuevo sistema en la Facultad de Ingeniería Química

Esta investigación tiene como objeto de estudio: los sistemas de entrenamiento automatizados, los sistemas expertos y los sistemas de información basados en reglas de producción. De ellos, se centra la atención en el campo de acción que comprende el Sistema Experto para el Control de Procesos Químicos (SECPROIT).

Como artefacto de salida se obtiene la actualización de un sistema de entrenamiento (una aplicación práctica). Esta aplicación permitirá capacitar a los operarios de las industrias, específicamente a los de la Industria Alimentaria Cubana, por lo que se obtiene un valor práctico de gran importancia para la sociedad.