

Sistema Multi-Agente para Logística en Líneas de Ensamblaje del Sector Calzado

José Luis Rico Moreno

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

jlrico@utsoe.edu.mx

José Antonio Gordillo Sosa

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

jagordillo@utsoe.edu.mx

José Miguel Barrón Adame

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

jmbarron@utsoe.edu.mx

Resumen

El paradigma de Agentes Software es una solución que desde hace varios años se ha propuesto como una alternativa para coordinar múltiples tareas en procesos de diferente índole, el uso de la programación orientada a agentes ha demostrado con el paso del tiempo ser una buena opción para problemas donde la programación convencional ya no es suficiente. En el presente trabajo se expone un prototipo Multi-agente desarrollado en la plataforma JADE, a fin de sentar las bases que permitan agilizar la distribución de tareas en líneas de producción del sector calzado. El sistema se desarrolla bajo una arquitectura de ejecución centralizada; es decir que habrá un agente central quien coordina las tareas de los demás agentes. Los actores son agentes FIPA interactuando de manera colaborativa a través de mensajería ACL, lo cual brinda al sistema la versatilidad que ofrece el apego a estándares de nivel mundial. La presente investigación deja de manifiesto la viabilidad en el uso del paradigma de agentes para el propósito planteado en su fase inicial, así mismo se abren otras brechas de investigación

que se adoptan como trabajos futuros, a fin de madurar la arquitectura del sistema y los procesos que se desarrollan bajo la misma.

Palabras clave: SystemaMulti-Agente, líneas de producción, jade, sector calzado

Introducción

1. La industria del calzado ha ido evolucionando constantemente con el paso de los años, incluso en México, hay ciudades enteras cuya actividad económica se desarrolla alrededor de esta industria; tal es el caso de León de los Aldama, Purísima del Rincón o San Francisco en el estado de Guanajuato.

Es un hecho que la demanda de este producto ha ido aumentando de manera considerable, por lo que las maquiladoras se ven en la necesidad de mejorar sus procesos de producción a fin de optimizar el tiempo invertido, mejorar la calidad del producto y finalmente mantener un aceptable margen de ganancias. Por otro lado, también debe hacerse frente a la entrada de productos extranjeros, los cuales representan una fuerte competencia para los productores nacionales.

El uso software como un medio de control, ha dado muy buenos resultados en la automatización de procesos industriales tales como la administración de líneas de producción o el control de cadenas de suministro a través de agentes móviles. Bajo este contexto, es que en el presente trabajo se expone un prototipo basado en el paradigma de agentes, y desarrollado en la plataforma JADE, a fin de sentar las bases que permitan agilizar la distribución de tareas en líneas de producción de calzado.

2. DESARROLLO

En esta sección se presentan algunos trabajos afines al problema que estamos tratando, y a las metodologías usadas para su solución, esto con la intención de ofrecer un panorama más completo y sustentado en el uso de tecnología de agentes al sector productivo.

En el ámbito de la resolución de problemas y planteo de soluciones a través de las tecnologías de la información y comunicación, existen situaciones particulares para las cuales se ha propuesto como viable el uso de formas alternativas de programación, tales como programación orientada a agentes [1]. Esta forma de atacar un problema ha mostrado ciertas ventajas bajo determinadas circunstancias, principalmente por que permite simplificar el modelado del problema y el desarrollo de la solución [2]. Como ya se ha mencionado anteriormente, el uso de software, particularmente los agentes software, ya se han aplicado con resultados favorables en procesos de manufactura [3][4][5], e incluso en manejo de información de bancos de datos [6]; lo que nos da pauta para considerar en análisis de minería de datos sobre la información recopilada por los mismos agentes sobre el proceso de manufactura de calzado.

Un aspecto relevante a considerar en la construcción de un Sistema Multi-agente en su fase de planeación, es entre otras cosas, el tipo de distribución de sus elementos y como es que estos van a trabajar y comunicarse entre sí [7]. De aquí pues, se pueden considerar de manera general tres opciones: Una arquitectura centralizada, distribuida o bien híbrida, de las cuales la distribuida nos representa de momento mayores ventajas [8].

Arquitectura del Sistema Multi-Agente.

La construcción de un Sistema Multi-agente en su fase de planeación, debe considerar entre otras cosas, el tipo de distribución de sus elementos y como es que estos van a

trabajar y comunicarse entre si. De aquí pues, se pueden considerar de manera general tres opciones: Una arquitectura centralizada, distribuida o Híbrida.

En general, se puede decir que un calzado consta de tres partes principales, una es el cuerpo del calzado conocido como Pala, otra es la plantilla, y finalmente la suela. Estas a su vez, tienen que someterse a un proceso de ensamblado clasificado en tres fases:

Moldeado, horma y cementación, las cuales se describen brevemente como sigue:

Moldeado: El talón de la pala es moldeado por una máquina diseñada especialmente para ese propósito.

Horma: Las palas y las plantillas son colocadas sobre una horma y calentadas para fijarla en esa forma.

Cementación: La suela es cementada a la pala usando un pegamento potente y luego fijado por calentamiento. Luego, el calzado es enfriado y removido desde la horma.

Estas tres actividades se administran a través del sistema multi-Agente bajo roles definidos como muestra la figura 1.

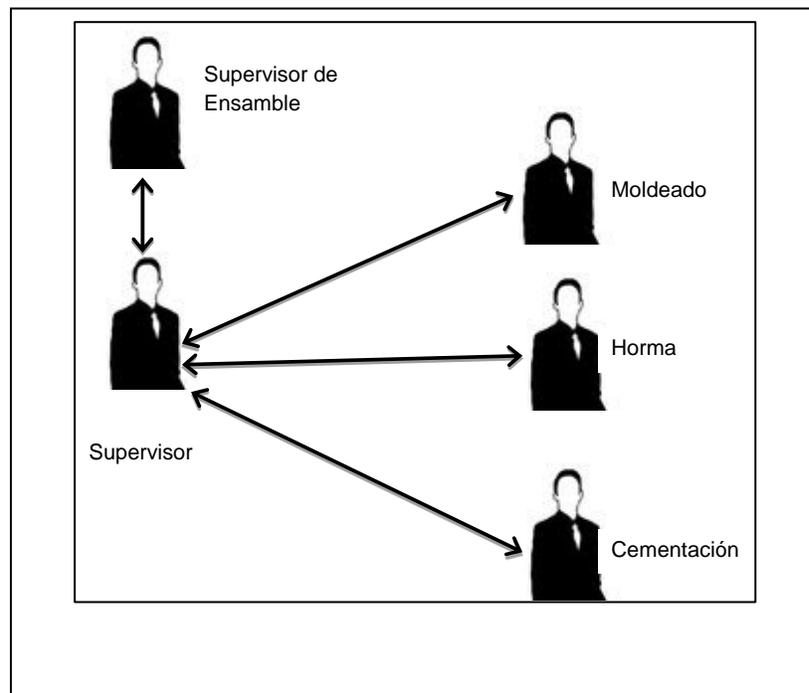


Fig. 1 Roles designados para cada uno de los agentes en el sistema.

Supervisor Ensamble: Es un agente que se encarga de recibir y administrar la información proveniente del agente supervisor, una vez que este recibe el mensaje esperado, procede a termina el proceso totalmente.

Supervisor: Es un agente encargado de la recopilación de información, por lo tanto recibe mensajes de los agentes Moldeado, Horma y Cementación, una vez que cada uno de ellos haya terminado su tarea y es entonces que éste manda el informe al Supervisor de Ensamble.

Moldeado, Horma y Cementación: Estos agentes denominados obreros, realizan las tareas del ensamblado, cada uno de ellos tiene un inicio, un proceso y un final, al terminar su ciclo, mandan los resultados al supervisor.

La arquitectura del sistema multi-agente permite la ejecución de tareas utilizando un enfoque híbrido, es decir, distribuido en unas etapas y centralizado en otras. Cada agente trata de manera distribuida el desarrollo de su respectiva tarea de modelado, horma o cementación, su tarea de momento se concreta a emular el inicio y fin de dicha tarea registrando los tiempos correspondientes, y en el momento apropiado dar aviso al agente supervisor quien de forma centralizada ejecuta la redistribución de actividades. La distribución de tareas a través de un agente central permite disminuir el tráfico de información entre los agentes obreros; este tráfico de información no es significativo cuando se trata de un número reducido de obreros, sin embargo a medida que la cantidad de estos últimos aumenta, la administración de envío y recepción de mensajes deja de ser una tarea trivial.

Actualmente existen diferentes plataformas que permiten al desarrollador implementar y poner a prueba bloques de código con características particulares que los identifican como Agentes Software o bien, a un conjunto de éstos que ejecutan tareas en equipo a los cuales denominamos Sistemas Multi-agente. Las plataformas de desarrollo existentes ofrecen diferentes características y en función de éstas es que se decide si utilizar una u otra. En este trabajo se ha optado por el uso de la plataforma JADE para el desarrollo y administración del Sistema Multi-Agente, sin embargo no es la única opción. El entorno de desarrollo JADE implementa su código en lenguaje Java, lo cual nos da ya una idea de la robustez del mismo. Por otro lado, los agentes que administra la plataforma, están contruidos y se comunican bajo estándares de nivel mundial regulados por FIPA (Fundation for Intelligent and Physical Agents) especialmente diseñados para garantizar la compatibilidad y robustez de la demanda actual.

El trabajo desarrollado ha permitido visualizar diferentes áreas de oportunidad que permitan mejorar la aplicación. Tal es el caso de la inclusión de tareas de negociación inteligente por parte de los agentes para la distribución de actividades o bien resolución de conflictos que pudieran suscitarse. Otro aspecto importante y que no se ha considerado hasta ahora, es la adecuación de estrategias que permitan medir optimizar los tiempos dedicados a cada tarea, que finalmente repercutiría en el tiempo total de ensamblaje en las líneas de producción. Estos son aspectos en los que ya se está trabajado, sin embargo aún se encuentran en su etapa de diseño, no obstante esperamos tener pronto los resultados necesarios y suficientes para formalizar y publicar una nueva propuesta mejorada.

Conclusión

En los casos de prueba a los que se ha sometido el sistema, los resultados parciales obtenidos hasta el momento son favorables, con esto queremos decir que la comunicación entre los agentes de modelado, horma y cementación ha permitido emular el inicio y fin de cada una de estas tareas, y la conclusión del proceso se ha reportado en tiempo y forma al agente supervisor de línea y al agente supervisor de ensamble, aún cuando exista algún fallo (simulado) con algunos de los agentes obreros. El sistema actual ofrece una estructura base con agentes autónomos a los cuales se puede dotar de nuevas capacidades para la optimización del proceso en las líneas de ensamble. Como se ha comentado ya anteriormente, la mensajería ACL FIPA que utilizan los agentes para intercambiar información, facilitan la tarea de escalabilidad del propio sistema o bien la posible conexión con otros agentes que trabajen bajo el mismo estándar.

Como trabajo futuro, tenemos la tarea de mejorar la caracterización del proceso, es decir que, habrá que estar monitoreando las líneas de producción reales, a fin de identificar e incluir aquellos parámetros que no se han considerado y que son relevantes para el mejor desempeño del sistema.

Por otro lado, siempre que existe un conflicto entre agentes, una buena forma de resolverlos es a través de un proceso de negociación, si éste es requerido. Por ahora el sistema no cuenta con esta característica, por lo que es una actividad que estamos considerando a corto plazo. Finalmente, el tiempo en que se desarrolla cualquier proceso es de vital importancia para una empresa, por lo que consideramos incluir a este SMA algún medio que permita optimizar el tiempo en el desempeño de las tareas que administra.

Bibliografía

- [1] Mas Ana (2005): “Agentes Software y Sistemas Multi-Agente:Conceptos, Arquitecturas y Aplicaciones”, editorial PEARSON Prentice Hall, ISBN:84-205-4367-5
- [2] Julián V.; Botti V. (2000): “Agentes Inteligentes: el siguiente paso en la inteligencia Artificial” NOVATICA, Especial 25 Aniversario, Edición digital ATI 2000.
- [3] Grant H. Kruger, Albert J. Shih, Danie G. Hattingh, Theo I. van Niekerk (2011); “Intelligent machine agent architecture for adaptive control optimization of manufacturing” Advanced Engineering Informatics, Volume 25, Issue 4, October 2011, Pages 783-796
- [4] Bussmann s., Schild k., (2000); “Self-organising manufacturing control: An industrial application of agent technology”, Proc,4th Int. Conf. Multi-Agent Systems, Boston, MA 87-94.
- [5] Brugali D., Menga G., Galarraga S., (1998) “Inter-Company Supply Chains Integration via Movable Agents”. Proceedings of PROLAMAT’98, Italia.
- [6] Merrill Warkentin, Vijayan Sugumaran, Robert Sainsbury (2012); “The role of intelligent agents and data mining in electronic partnership management” Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 18, 15 December 2012, Pages 13277-13288 Merrill Warkentin, Vijayan Sugumaran, Robert Sainsbury

[7] Brian P. Gerkey.; Maja J. Mataric (2004) "A Formal Analysis and Taxonomy of Task Allocation in Multi-Robot Systems" The International Journal of Robotics Research Vol. 23, No. 9 pp. 939-954. DOI: 10.1177/0278364904045564.

[8] Ossowski, Menezes;(2006): "On coordination and its significance to distributed and multi-agent systems" Concurrency and Computation: Practice and Experience. Special Issue: Coordination Models and Systems. Volume 18, Issue 4, pages 359–370, 10 April 2006