



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu **VSMP-0168-09**

Optimalizácia recyklačných výrobných liniek aplikáciou nekonvenčných metód riadenia

Zodpovedný riešiteľ **PaeDr. Dušn Matejka**

Príjemca **MAT obaly, s.r.o.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. MAT obaly, s.r.o.
2. Ústav informatiky SAV
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. ČAPKOVIČ, F.: Cooperation of Hybrid Agents in Models of Manufacturing Systems. In Agents and Multi-Agents Systems: Technologies and Applications (Proc. of 5th International Conference KES-AMSTA 2011, Manchester, UK, June/July 2011), Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. LNAI 6682, Springer, Heidelberg-Dodrecht-London-New York. ISSN 0302-9743, ISBN 978-3-642-21999-3
2. ZELENKA J.: Cooperation Particle Swarm Optimization with Discrete Events Systems by Dynamical Rescheduling, Chapter 5, In: Recent Advances in Intelligent Engineering System, Studies in Computational Intelligence, Vol. 378, 2011, Springer, ISBN 978-3-642-23228-2 (in press – akceptované, zadané do tlače v januári 2011)

3. BUDINSKÁ, Ivana - BALOGH, Zoltán - ZELENKA, Ján. Implementation of discrete event simulation on a manufacturing system optimization. In Journal of Cybernetics and Informatics, 2010, vol. 11, 7 p. ISSN 1336-4774. Typ: ADFB
4. ČAPKOVIČ, František. Cooperation of agents in manufacturing systems. In Agent and multi-agent systems : technologies applications. 1.Part I. - Berlin : Springer, 2010, p. 193-202. ISBN 978-3-642-13479-1. ISSN 0302-9743. Typ: AEC
5. BUDINSKÁ I. et al.: Demand Driven Planing and Scheduling for a Plastic Foil Recycling Line, Manufacturing 2010, ISBN 978-963-9058-31-6, Dostupné na internete: <http://www.gteportal.eu/manuf2010/>, AEC

Uplatnenie výsledkov projektu

Projekt bol zameraný na optimalizáciu recyklačnej výrobnéj linky. Priamym výsledkom projektu je formalizácia výrobného procesu a vytvorenie modelov výrobného systému s použitím teórie diskretných dynamických a udalostných systémov, ako aj formalizmov Petriho sietí a stavových diagramov. ďalším výsledkom bolo zavedenie systému merania a analýzy spotreby elektrickej energie. Táto formalizácia a analýza spotreby elektrickej energie v záviloti od výroby, prispela k lepšiemu pochopeniu skrytých závislostí spotreby elektrickej energie a výkonu výrobného systému a následne zvýšenie produkcie za súčasného zachovania nižšej spotreby elektrickej energie na 1kg vyrobenej fólie. Ďalšie zvýšenie efektívnosti je v súvislosti s aplikáciou rozvrhovacích metód na zníženie rozpracovanosti vo výrobe čo prináša zníženie nákladov na skladovanie.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Výstupy projektu OptiMAT sa dajú rozdeliť do dvoch hlavných skupín. Prvá časť výsledkov pokrýva analýzu výrobného procesu s cieľom odhaliť úzke miesta a zavedenie systému merania a analýzy spotreby elektrickej energie do výroby. Toto prispelo k k objasneniu niektorých skrytých závislostí medzi spotrebou elektrickej energie a výkonom výrobnéj linky. Analýzou nameraných dát sa zistila hodnota času trvania údržby strojov, kedy je ešte rentabilné udržiavať stroj v prevádzkovej teplote – táto hodnota bola stanovené na 4 hodiny. V procese regranulácie (regranulačná linka) sme na základe analýzy nameraných hodnôt spotreby elektrickej energie vyladili linku tak, aby sa dosahoval vyšší výkon pri nižšej spotreby elektrickej energie. Na základe analýzy výrobného procesu boli vytvorené modely reálneho výrobného systému na recykláciu plastov, založené na viacerých formalizmoch: hybridné Petriho siete prvého rádu, stavové a stavovo prechodové diagramy, diskretné a udalostné systémy. Na zjednodušenie procesu plánovania a rozvrhovania výroby boli navrhnuté a implementované viaceré metódy založené na algoritmoch a technológiách ako PSO (Particle Swarm Optimization), CLONALG - algoritmus na báze umelých imunitných sietí a multiagentové technológie. Optimalizáciu založenú na algoritme PSO využíva program Optimat. Jeho vstupnými parametrami sú jednotlivé objednávky, aktuálny stav výroby, ktorý sa môže nastaviť ručne, alebo sa automaticky načíta z aplikácie v google kalendári, aktuálny stav skladových zásob, ako aj plánované údržby výrobných zariadení. Zavedením systému meraní a analýzy spotreby elektrickej energie a využívaním nástrojov na rozvrhovanie výroby došlo k zvýšeniu výkonu výrobného systému pri zachovaní nižšej spotreby elektrickej energie, znižuje sa rozpracovanosť výroby a tým sa znižujú náklady na skladovanie.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

OptiMAT project outputs can be divided into two main groups. The first section covers the results of the production process analysis in order to detect bottlenecks, and implementation of a system of measurement and analysis of power consumption. This helped clarify some hidden dependencies between power consumption and performance of a production line.

Better performance with the lower level of power consumption was achieved by tuning the production line on the basis of the measured values analysis. Based on the analysis of the production system, several process models were created. The models are based on several formalisms: FOHPN – First Order hybrid Petri Nets, State Charts, and Discrete Event Systems. Several methods based on algorithms and technologies such as PSO (Particle Swarm Optimization), CLONALG - algorithm based on artificial immune systems and multi-agent technology have been designed and implemented in order to simplify the process of planning and scheduling. The Optimat program applies optimization technique based on PSO algorithm. Its input parameters are the individual orders, the current production state, which can be adjusted manually or automatically loaded from Google Calendar application, the current inventory, and scheduled maintenance of production facilities. Implementing of a system of measurement, analysis of power consumption, and application of software tools for production scheduling has increased the production system performance while maintaining low power consumption, reduced work in progress production and thereby reducing storage costs.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

PaeDr. Dušan Matejka
V Prievidzi 28. 10. 2011

Štatutárny zástupca príjemcu

PaeDr. Dušan Matejka
V Prievidzi 28. 10. 2011

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu