



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-16-0488**Inovatívny systém pre testovanie logistických procesov s využitím simulácie a emulácie**Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Martin Krajčovič, PhD.**

Príjemca

Žilinská univerzita v Žiline - Strojnícka fakulta

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Riešiteľ projektu:

Katedra priemyselného inžinierstva

Strojnícka fakulta

Žilinská univerzita v Žiline

Univerzitná 8215/1

010 26 Žilina

Spoluriešiteľ projektu:

Divízia Digitálny podnik

Asseco CEIT, a.s.

Univerzitná 8661/6A

010 08 Žilina

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Partner 1:

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Západočeská univerzita v Plzni

Univerzitní 22

306 14 Plzeň

Česká republika

Partner 2:

Katedra Inżynierii Produkcji

Wydział Budowy Maszyn i Informatyki

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

ul. Willowa 2

43-309 Bielsko-Biała

Polsko

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

Názov: Spôsob riadenia AGV ťahačov, systém na riadenie AGV ťahačov, a AGV ťahač

Podacie číslo: 1000040322

Číslo prihlášky: PUV50055-2021

Dátum podania: 29.06.2021

Vaša značka: u58-e21-06

Prihlasovateľ: Asseco CEIT, a.s., Žilina

Počet prihlasovateľov: 1

Štát: SK

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

- 1) KRAJČOVIČ, M. – HANČINSKÝ, V. – DULINA, Ľ. – GRZNÁR, P. – GAŠO, M. – VACULÍK, J.: Parameter setting for a genetic algorithm layout planner as a toll of sustainable manufacturing [electronic]. In: Sustainability [electronic]. – ISSN 2071-1050 (online). – Roč. 11, č. 8 (2019), s. [1-2] [online]. – Spôsob prístupu: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/7/2083> (Current Contents).
- 2) MIČIETA, B. – BIŇASOVÁ, V. – LIESKOVSKÝ, R. – KRAJČOVIČ, M. – DULINA, Ľ.: Produt Segmentation and Sustainability in Customized Assembly with Respect to the Basic Elements of Industry 4.0. In: Sustainability [electronic]. – ISSN 2071-1050 (online). – Roč. 11, č. 21 (2019), s. [1-2] [online]. – Spôsob prístupu: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/21/6057/htm> (Current Contents).
- 3) FUSKO, M. – BUČKOVÁ, M. – GAŠO, M. – KRAJČOVIČ, M. – DULINA, Ľ. – SKOKAN, R.: Concept of Long-Term Sustainable Intralogistics in Plastic Recycling Factory. In: Sustainability [electronic]. – ISSN 2071-1050 (online). – Roč. 11, č. 23 (2019), s. [1-2] [online]. – Spôsob prístupu: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/23/6750/htm> (Current Contents).
- 4) KRAJČOVIČ, M. Digitálne projektovanie výrobných a logistických systémov. - 1. vyd. - Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 2020. - 82 s. [6,10AH] [print]. - ISBN 978-80-554-1747-9
- 5) DULINA, Ľ. Ergonomic Prevention Programs. V tlači z dôvodu pandémie COVID-19 a pozastavenia vydavateľských aktivít.
- 6) FUSKO, M. – GABAJOVÁ, G. – FURMANNOVÁ, B.: Digitalizácia v továrni. 1. vyd. - Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 2020. - 221 s. [15,92 AH] [print]. - ISBN 978-80-554-1749-3.
- 7) BUČKOVÁ, M. – SKOKAN, R. – FUSKO, M. – HODOŇ, R.: Designing of logistics systems with using of computer simulation and emulation. In: TRANSCOM 2019 [electronic] : conference proceedings. – ISSN 2352-1465. – 1. vyd. – Amsterdam: Elsevier Science, 2019. – s. 978-985 [online].
- 8) FUSKO, M. – BUČKOVÁ, M. – KRAJČOVIČ, M. – SVITEK, R.: The strategy for implementation of the digitization in factories. In: TRANSCOM 2019 [electronic] : conference proceedings. – ISSN 2352-1465. – 1. vyd. – Amsterdam: Elsevier Science, 2019. – s. 1045-1052 [online].
- 9) MIČIETA, B. – FUSKO, M. – BIŇASOVÁ, V. – FURMANNOVÁ, B.: Business model canvas in global enterprises [electronic] [Podnikateľský model v globálnych podnikoch]. In: Globalization and its socio-economic consequences [electronic] : sustainability in the global-knowledge economy : 19th international scientific conference : [conference proceedings]. – ISSN 2261-2424. – 1 vyd. – Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2020. – s. [1-7] [online].
- 10) MARTINKOVIČ, M. – MIČIETA, B. – BIŇASOVÁ, V. – MEDVECKÁ, I. – BARBUŠOVÁ, M.: The use of computer simulation in the company that carries out the assembly of products. In: TRANSCOM 2019 [electronic] : conference proceedings. – ISSN 2352-1465. – 1. vyd. – Amsterdam: Elsevier Science, 2019. – s. 1111-1118 [online].
- 11) MIČIETA, B. – KRAJČOVIČ, M. – BIŇASOVÁ, V.: Toward an improved dual learning and lifelong learning in the department of industrial engineering in Žilina. In: EDULEARN19, roč. 11 [electronic] : 11th annual International Conference on Education and New Learning Technologies, Palma de Mallorca (Spain). 1st – 3rd of July, 2019. – ISSN 2340-1117. – 1. vyd. – Valencia: IATED, 2019. – ISBN 978-84-09-12031-4. – s. 2300-2306 [CD-ROM].

Uplatnenie výsledkov projektu

Finálnym výstupom riešenia projektu je plne funkčný inovatívny systém pre testovanie logistických procesov s využitím simulácie a emulácie, ktorý prešiel dvojstupňovou verifikáciou (pilotné overenie v laboratórnych podmienkach, overenie v priemyselnej praxi). Systém je pripravený ako finálny produkt pre účely nasadenia v priemyselnej praxi s cieľom zvýšiť rýchlosť a kvalitu návrhu budúcich výrobných a logistických systémov na základe komplexného posúdenia vzájomných interakcií medzi týmito dvomi kľúčovými podnikovými systémami.

Interaktívny systém pre testovanie logistických procesov je uplatniteľný vo všetkých výrobných podnikoch, ktoré v zmysle štvrtej priemyselnej revolúcie prechádzajú

transformáciou na inteligentné výrobné závody. Navrhnutý systém svojou podstatou a štruktúrou napĺňa princípy konceptu digitálneho dvojčata a prepája reálny a virtuálny svet prostredníctvom štandardizovaného komunikačno-riadiaceho rozhrania.

Využitelnosť systému v priemyselnej praxi deklarujú aj výsledky z pilotného overenia v priemyselnej praxi, ktoré boli realizované v podmienkach výrobnej haly vysokotlakového liatia hliníka štruktúrálnych dielov (HPDC) v spoločnosti Nematik Slovakia, s.r.o. Spoločnosť začala od roku 2014 budovať oddelenie digitálneho podniku, ktorého kompetencie zahŕňajú integráciu jednotlivých nástrojov a techník Priemyslu 4.0 naprieč všetkými závodmi v rámci NEMAK. V priebehu rokov 2019 a 2020 bol integrovaný systém pre lokalizáciu objektov v reálnom čase (Real Time Location System) do priestorov haly vysokotlakového liatia hliníka štruktúrálnych dielov. Tento krok zabezpečil splnenie základných predpokladov pre nasadenie digitálneho dvojčata v podmienkach spoločnosti Nematik Slovakia, s.r.o. a pre overenie navrhnutého systému pre testovanie logistických procesov v podmienkach výrobnej praxe.

Hlavným prínosom z použitia navrhovaného systému pre spoločnosť Nematik Slovakia, s.r.o. bolo skrátenie času projektovej a implementačnej fázy nasadenia automatizovanej logistiky o 20% oproti pôvodnému plánu. Výraznou mierou sa o to zapríčinilo využitie emulácie logistického systému v testovacej fáze fyzicky osadených výrobných zariadení a následná optimalizácia a konfigurácia logiky riadiaceho systému AGV zariadení. Bez využitia emulácie by tento krok nebol možný a konfigurácia logiky riadiaceho systému by mohla byť realizovaná až po ukončení testovacej fázy výrobných zariadení z dôvodu priestorových obmedzení. Ďalší prínos spočíva v možnosti kombinácie fyzických a virtuálnych výrobných a logistických zariadení v prostredí emulačného modelu a z toho vyplývajúcej možnosti sledovania dôsledkov ich vzájomných interferencií. Obdobné prínosy je možné očakávať z implementácie systému aj v podmienkach ďalších výrobných podnikov prechádzajúcich na inteligentnú výrobu a logistiku. Skrátenie času implementácie nových výrobných a logistických konceptov, zvýšenie kvality ich návrhu a zníženie nákladov na ich uvedenie do prevádzky budú predstavovať pre podniky budúcnosti kľúčovú zložku konkurencieschopnosti v podmienkach kustomizovanej a personalizovanej výroby.

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

- Rozbor súčasného stavu v predmetnej oblasti: Rozbor bol realizovaný v oblastiach počítačovej simulácie a emulácie, zberu dát a komunikácie medzi reálnym a virtuálnym svetom.
- Návrh komunikačného prepojenia medzi simulačným softvérom a logistickými zariadeniami: Vyvinutá vlastná aplikácia DPS Bridge na prepojenie simulačného softvéru a s databázou SQL, ktorá je napĺňaná údajmi z reálneho systému.
- Návrh štatistického modulu pre spracovanie údajov zbieraných z reálneho systému: Modul umožňuje sledovanie aktuálnych údajov z logistických zariadení, aplikáciu filtrov, zobrazovanie alarmov, detailnú analýzu monitorovaných dát a základnú predikciu vývoja v logistickom systéme.
- Návrh komplexného systému pre testovanie logistických procesov: Návrh systému, integrujúceho požadované funkcionality do spoločného SW prostredia. Vlastná štruktúra systému pozostáva z 5 základných modulov (Library, Designer, Basic planner, Logistic planner, VR mode).
- Vybudovanie testovacieho pracoviska a experimentálne overenie riešenia: Vybudované testovacie pracovisko reprezentuje výrobný systém s dvoma pozíciami, ktoré sú obsluhované AGV vozíkom. Testovacie pracovisko bolo využité pri sérii experimentov, pri ktorých sa skúmal vplyv zmeny vstupných parametrov na vybrané logistické ukazovatele a súčasne prebiehala verifikácia navrhnutého systému.
- Overenie navrhnutého systému v podmienkach priemyselnej praxe: Overenie prebehlo v spoločnosti Nematik Slovakia, s.r.o. Fyzické prostredie pre overenie tvorilo 48 výrobných zariadení, 4 AGV zariadenia a 5 človekom ovládaných logistických zariadení. Virtuálne prostredie obsahovalo existujúci stav rozšírený o zariadenia plánované do výroby v horizonte 2 rokov. Sériou experimentov bola potvrdená funkcionality navrhnutého systému a očakávané prínosy z implementácie systému v praxi.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku

(max. 20 riadkov)

- The analysis of the current state in the subject area: the analysis was carried out in computer simulation and emulation, data collection and communication between the real and virtual world.
- Designing the communication link between simulation software and logistics equipment: developed own application DPS Bridge for connection of simulation software and SQL database, which is filled with data from the real system.
- Designing of a statistical module for processing data collected from the real system: the module allows monitoring of current data from logistics equipment, application of filters, display of alarms, detailed analysis of monitored data and basic prediction of development in the logistics system.
- Designing the all-embracing system for testing logistics processes: designing a system integrating the required functionalities into a standard SW environment. The system structure consists of 5 basic modules (Library, Designer, Basic planner, Logistic planner, VR mode).
- Construction of the test workplace and experimental verification of the solution: the construction test workplace represents a production system with two positions operated by an AGV truck. The test workplace was used in a series of experiments in which the effect of changing the input parameters on selected logistic indicators was examined. At the same time, the proposed system was verified.
- Verification of the proposed system in the conditions of industrial practice: the verification took place in the factory Nematik Slovakia, s.r.o. The physical environment for verification consisted of 48 production machines, 4 AGV devices and 5 manufactured logistics devices. The virtual environment contained the existing state extended by equipment planned for production in the horizon of two years. A series of experiments confirmed the functionality of the proposed system and the expected benefits of implementing the system in practice.