

Návrh a realizácia vizualizácie pre pružný výrobný systém v prostredí Java

¹Alexander MOLNÁR, ²Peter PAPCUN, ³Ján JADLOVSKÝ

Katedra kybernetiky a umelej inteligencie, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Technická univerzita v Košiciach, Slovenská Republika

¹alexander.molnar@student.tuke.sk, ²peter.papcun@tuke.sk, ²jan.jadlovsky@tuke.sk

Abstrakt — Tento článok sa venuje návrhu a realizácii vizualizácie pre pružný výrobný systém v prostredí Java. Na základe pohybov mechanických častí výrobnej produkčnej linky je navrhnutá vizualizácia, následne je vytvorená vizualizácia jednotlivých postov i celej linky v programovacom jazyku Java. Táto vizualizácia je doplnená o grafy. Článok je rozdelený do šiestich kapitol, prvou kapitolou je samozrejme úvod, ďalšia popisuje samotný vizualizovaný výrobný systém. V tretej kapitole sa analyzujú možné prostriedky pre tvorbu vizualizácie. Štvrtá časť popisuje prípravu tvorby vizualizácie. Predposledná kapitola popisuje spomínanú vizualizáciu, jej návrh a realizáciu. Posledná časť naznačí možné rozšírenia vytvoreného systému.

Kľúčové slová — Java, pružný výrobný systém, vizualizácia, webová aplikácia

I. ÚVOD

Pružné výrobné systémy vznikli ako dôsledok zavedenia automatizácie do výrobných procesov. Ich príchod umožnil pružne reagovať na požiadavky zákazníkov prostredníctvom možnosti pružnej zmeny výrobného sortimentu. Dodnes sa jedná o jeden z najefektívnejších spôsobov výroby. Cieľom práce bolo vytvoriť reálnu vizualizáciu konkrétneho pružného výrobného systému, ktorý sa nachádza v laboratóriu Katedry kybernetiky a umelej inteligencie (KKUI) Technickej univerzity v Košiciach (TUKE).

II. PRUŽNÝ VÝROBNÝ SYSTÉM KKUI

Návrh vizualizácie a vizualizácia samotná bola vytvorená pre pružný výrobný systém, ktorý sa nachádza v laboratóriu KKUI TUKE. Jeho hlavnou úlohou je podľa zadanej objednávky vyskladať na paletu obrazec o veľkosti 25 kociek, ktoré sú v štyroch rôznych farbách.



Obr. 1 Fotografia pružnej výrobnéj linky KKUI [1]

Výrobný proces prebieha celkovo na šiestich postoch, ktoré linka obsahuje. Sú nimi:

1. Post – vyskladanie objednaného obrazca na paletu,
2. Post – kamerová kontrola a presun palety na prvý dopravník,
3. Post – vyberanie palety zo skladu a zakladanie palety do skladu,
4. Post – presun palety z prvého dopravníka na druhý dopravník,
5. Post – vyklápanie palety do vibračného zásobníka,
6. Post – triedenie kociek z vibračného zásobníka do malých zásobníkov.

Pružný výrobný systém tvoria nasledovné časti [1]:

- manažérsky systém,
- informačný systém,
- lokálna a vzdialená vizualizácia,
- technologické siete (Ethernet, DeviceNet, RS-232),
- kamerový systém,
- snímače,
- akčné členy.

III. ANALÝZA MOŽNÝCH RIEŠENÍ VIZUALIZÁCIE

Boli nájdené a vybrané tri možnosti riešenia vizualizácie a to: InTouch, WinCC a Java. Zhodnotili sa výhody a nevýhody ich použitia, boli porovnané a následne zvolená jedna možnosť.

A. *Wonderware InTouch SCADA HMI (Supervisory Control and Data Acquisition, Human Machine Interface)*

Softvér slúži na vytváranie vizualizácií, zber dát a supervízne riadenie procesov. Umožňuje sledovať priebeh výrobného procesu a reagovať naňho prostredníctvom grafického znázornenia.

Jeho výhodami sú vopred definované objekty a grafy, užívateľsky prijateľné rozhranie, možnosť vytvárania nových objektov, jednoduchá komunikácia s výrobným procesom a nízke náklady na implementáciu, vytváranie aplikácií, ich údržbu a rozširovanie. Medzi nevýhody InTouch patria: špecifický formát súboru vytvorenej vizualizácie, potreba inštalácie softvéru a pripojenia do lokálnej siete.

B. *SIMATIC WinCC*

Softvér SIMATIC WinCC vytvorila spoločnosť Siemens a jedná sa o modulárny a flexibilne rozšriteľný systém, ktorý slúži na procesnú vizualizáciu.

Za výhody tohto softvéru možno považovať: preddefinované štandardné objekty a grafy, možnosť vytvorenia riešenia na mieru, najčastejšie komunikačné kanály, funkcionality na riadenie procesov, integrovaný systém reportov a logov, integrovaný manažment užívateľov a možnosť integrovať menu a toolbar-y z operačného systému Microsoft Windows. Nevýhodou je obmedzená možnosť archivácie dát, prispôbenie pre operačný systém Microsoft Windows a ukladanie vizualizácie v špecifickom formáte súborov.

C. *JAVA*

Java je objektovo orientovaným programovacím jazykom. Je i svetovým štandardom používaným k vývoju mobilných aplikácií, hier, webového obsahu a podnikového softvéru. Od roku 2007 je vyvíjaná open source. Výhodami programovacieho jazyka Java sú: nezávislosť na platforme a architektúre, generačná správa pamäte, vysoký výkon, jednoduché osvojenie, distribuovanosť, štandardizácia, celosvetové rozšírenie, konzistentné prostredie pre spustenie a bezpečnosť. Za nevýhodu pri tvorbe vizualizácie môžeme považovať vytváranie aplikácie od úplného začiatku, pomalšie spúšťanie programov, pamäťovú náročnosť a nemožnosť použitia niektorých jazykových konštrukcií.

D. *Porovnanie*

Na základe analýzy sme vybrali možnosť vytvorenia vizualizácie v Jave. Takáto vizualizácia je prístupná z internetu bez potreby špecifických súborov a ďalších inštalácií. Jej vytváranie je časovo náročnejšie, ale je vytvorená na mieru. Taktiež sme chceli túto technológiu odskúšať na reálnom systéme.

E. Desktopová vs. webová aplikácia

Zatiaľ čo desktopová aplikácia funguje na samotnom počítači prostredníctvom inštalácie, webovú aplikáciu využíva používateľ z webového servera. Pre spustenie webovej aplikácie potrebujeme webový prehliadač a nainštalovanú podporu pre spúšťanie Java applet-ov v prehliadači. Je tak dostupná odšadiaľ, kde je možnosť pripojenia k internetu. U desktopových aplikácií môže nastať problém prístupnosti iba v lokálnej sieti. Z uvedených dôvodov bola vybraná možnosť tvorby webovej aplikácie.

IV. PRÍPRAVA TVORBY VIZUALIZÁCIE

Príprava tvorby vizualizácie spočívala v návrhu a realizácii webových stránok, na ktoré bola vizualizácia následne umiestnená. Ďalej pokračovala pozorovaním fungovania mechanických častí PVS (pružného výrobného systému), ďalej sa navrhla a vytvorila tabuľka s potrebnými premennými pre vizualizáciu.

A. Webové stránky Vizualizačného systému

Postup vytvorenia webových stránok sa v tomto prípade skladal z troch hlavných častí:

- **Návrh webových stránok** – najprv bol návrh načrtnutý a nakreslený na papieri a neskôr v programe Adobe Photoshop CS5.0.
- **Vytvorenie webových stránok a ich validácie** – Grafický návrh sa následne premietol do tvorby webových stránok. Hlavnú štruktúru stránky sme vytvorili v HTML a v CSS sme si definovali grafický vzhľad webových stránok. Následne sme vykonali validáciu pre odhalenie a opravenie prípadných chýb v zdrojovom kóde stránok.
- **Umiestnenie webových stránok na server** – Webové stránky boli umiestnené na server KKUI. Pred tým prebehla inštalácia IIS 7.0 a Apache Tomcat 7.0.



Obr. 2 Grafický návrh webových stránok v Adobe Photoshop CS5.0

B. Pozorovanie fungovania pružného výrobného systému

Pre vytvorenie vizualizácie sme museli pozorovať ako prebieha výrobný proces. Prostredníctvom počítača, ktorý sa nachádza pri linke a softvéru RSLogix 5000 sme si prezreli premenné v PLC a našli sme všetky tie, ktoré sú pre vizualizáciu nevyhnutné.

C. Navrhnutie, vytvorenie a doplnenie tabuľky do relačnej databázy

Pre vizualizáciu bola navrhnutá a do relačnej databázy doplnená tabuľka. Musela obsahovať potrebné premenné a ich meniace sa hodnoty potrebné pre vizualizáciu. Premenné sú získané z PLC automatu a zapisované prostredníctvom už vytvorenej desktopovej aplikácie do spomínanej tabuľky. Návrh tabuľky bol využitý pre tvorbu schémy v programe Oracle SQL Developer Data Modeler 2.0.0. Z vytvorenej schémy bol vygenerovaný SQL príkaz do DDL súboru, prostredníctvom ktorého bola tabuľka vytvorená v relačnej databáze. Pre pripojenie k databáze a spustenie skriptu umiestneného v DDL súbore bol použitý program Oracle SQL Developer version 2.1.1.64.

V. NÁVRH A VYTVORENIE VIZUALIZÁCIE PROSTREDNÍCTVOM WEBOVÝCH APLIKÁCIÍ

Návrh vizualizácie bol najskôr vytvorený ručne na papieri, neskôr v programe Adobe Photoshop CS5.0. Jednotlivé komponenty z týchto návrhov boli neskôr použité i vo webových aplikáciách. Vizualizácia neskôr pokračovala programovaním webových aplikácií.

A. Programové vybavenie

Pred programovaním prebiehalo stiahnutie a inštalácia potrebného softvéru a knižníc:

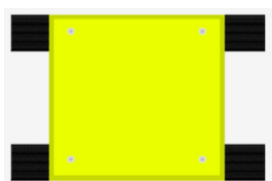
1. inštalácia sady Java Developer Kit 1.7,
2. stiahnutie a rozbalenie vývojového prostredia Eclipse IDE for Java EE Developers
3. stiahnutie potrebných knižníc Javy.

B. Návrh a realizácia vizualizácie prostredníctvom webových aplikácií v Jave

Každá z webových aplikácií je vytvorená ako samostatný Vaadin projekt na základe návrhu a vyexportovaná do WAR súboru, ktorý je umiestnený na servery a zobrazuje sa pomocou webových stránok.

Post 1

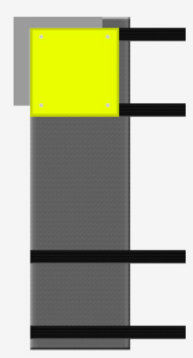
Na poste 1 rameno trojosého manipulátora vyskladáva na paletu obrazec z farebných kociek. Post je znázornený prostredníctvom veľkého dopravníka so žltou paletou, na ktorú sa vyskladáva obrazec (Obr. 3).



Obr. 3 Návrh vizualizácie postu 1

Post 2

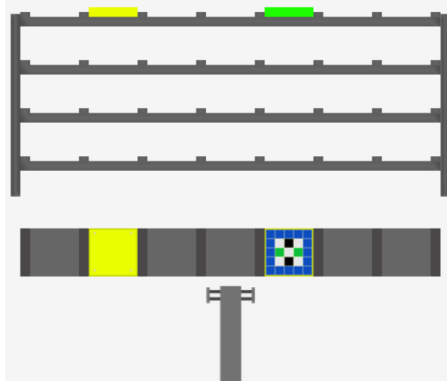
Znázorňuje presun palety z druhého dopravníka na prvý. Návrh vizualizácie obsahuje paletu, čiastočne zobrazené dva dopravníky a rameno, ktoré presúva paletu z druhého dopravníka na prvý. Návrh vizualizácie postu 2 je možné vidieť na nasledujúcom obrázku:



Obr. 4 Návrh vizualizácie postu 2

Post 3

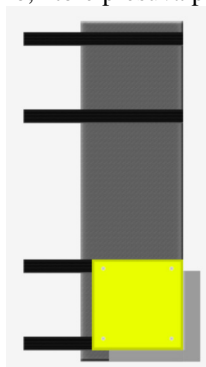
Na poste 3 prebieha zakladanie paliet do skladu a vyberanie paliet zo skladu. Vizualizácia obsahuje základnú konštrukciu skladu, prázdne palety znázornené žltou farbou a plné palety zobrazené zelenou farbou (Obr. 5). Vizualizácia je doplnená o pohľad na sklad zhora, v ktorom sa pred konštrukciou skladu pohybuje rameno trojosého manipulátora.



Obr. 5 Návrh vizualizácie postu 3

Post 4

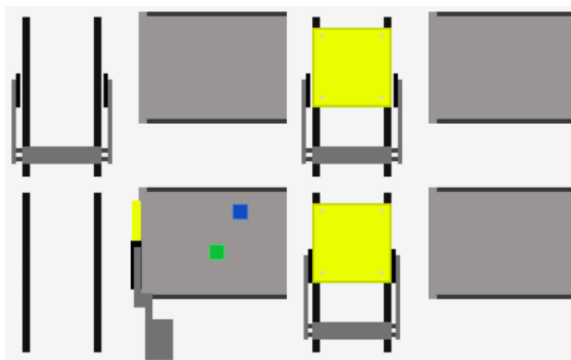
Post 4 znázorňuje presun palety z prvého dopravníka na druhý. Návrh obsahuje paletu, čiastočne zobrazené dopravníky a rameno, ktoré presúva paletu (Obr. 6).



Obr. 6 Návrh vizualizácie postu 4

Post 5

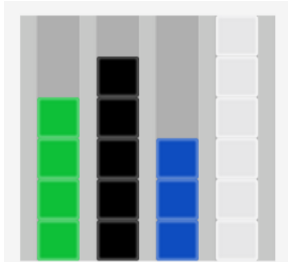
Na poste 5 prebieha vyklápanie kociek z plnej palety do vibračného zásobníka. Návrh zobrazuje všetky možné situácie (Obr. 7): neprítomnosť palety na poste (vľavo hore), prítomnosť palety bez uchytienia (vpravo hore) a s uchytiením (vpravo dole). V poslednom prípade čeluste zovrú paletu a vyklopia ju nad rampou, ktorá smeruje do vibračného zásobníka (vľavo dole).



Obr. 7 Návrh vizualizácie postu 5

Post 6

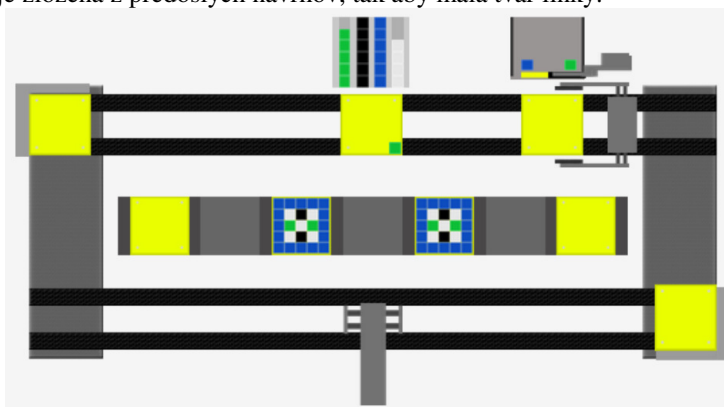
Post 6 predstavuje malý sklad so štyrmi zásobníkmi, do ktorých sú triedené kocky jednotlivých farieb. Návrh vizualizácie sa zameriava len na znázornenie malého skladu (Obr. 8).



Obr. 8 Návrh vizualizácie postu 6

Celá linka

Návrh vizualizácie celej výrobnjej linky (Obr. 9) predstavuje pohľad zhora na celú linku. Vizualizácia je zložená z predošlých návrhov, tak aby mala tvar linky.



Obr. 9 Návrh vizualizácie celej linky

Grafy

Stav niektorých premenných bol vhodný aj pre zobrazenie v grafe, preto boli vytvorené návrhy a realizované nasledovné grafy:

1. **Graf – Aktuálny počet kociek jednotlivých farieb** – pavučinový graf s premennými vyjadrujúcimi počet kociek jednotlivých farieb v malom sklade.
2. **Graf – Aktuálny stav skladu v percentách** – koláčový graf zobrazujúci počet prázdnych miest, počet plných paliet a prázdnych paliet v sklade.
3. **Graf – Pozícia ramena trojosého manipulátora na Poste 3** – spojnicový graf zobrazujúci pohyb ramena po osi x.

Po návrhu webových aplikácií nasledovalo vytváranie diagramov tried. Tie prešli niekoľkými úpravami a následne boli podkladom pre samotné programovanie. Pri vytváraní vizualizácie bolo potrebné najprv vytvoriť Vaadin projekt a skopírovať do zložky projektu dodatočné knižnice. Proces tvorby ďalej pokračoval programovaním jednotlivých webových aplikácií.

C. Testovanie a optimalizácia

U všetkých vytvorených webových aplikácií bola experimentálne otestovaná ich funkčnosť. Overovalo sa, či vizualizácia jednotlivých postov zodpovedá reálnej situácii. Priebežne tiež prebiehali záťažové testy servera a databázy. Prostredníctvom optimalizácie sa zjednodušoval napísaný zdrojový kód a odstraňovali sa nepotrebné premenné.

VI. ZÁVER

Hlavným cieľom práce bolo vytvoriť reálnu vizualizáciu konkrétneho pružného výrobného systému, ktorý sa nachádza v laboratóriu KKUI. Problém tvorby vizualizácie pružného výrobného systému bol vyriešený. Výsledkom je vytvorená a funkčná vizualizácia prostredníctvom webových stránok a webových aplikácií v Jave.

Do budúcnosti by sme navrhovali precíznejšie prepracovanie vizualizácie prostredníctvom dotvorenia webových aplikácií, medzi webové aplikácie dodať možnosť vytvárania objednávok a zobrazovanie alarmov. Tieto rozšírenia sú dosť časovo náročné, ale v budúcnosti by mohli túto prácu rozšíriť.

POĎAKOVANIE

Tento článok bol podporený vedeckou grantovou agentúrou Slovenskej Republiky v projekte Vega č. 1/0286/11 Dynamické hybridné architektúry v multiagentových sieťových riadiacich systémoch.

REFERENCIE

- [1] *Pružný výrobný systém*. [online], cit. 14. 04. 2013, Dostupné na internete: <<http://kyb.fei.tuke.sk/laboratoria/modely/pvs.php>>.
- [2] *Světově vedoucí HMI software*. [online], cit. 10. 04. 2013, Dostupné na internete: <<http://www.intouch.cz/>>.
- [3] *InTouch SCADA HMI*. [online], cit. 10. 04. 2013, Dostupné na internete: <<http://pantek.cz/produkty/intouch/hlavni-vyhody.html>>.
- [4] *SIMATIC WinCC Základná funkcionálna*. [online], cit. 12. 04. 2013, Dostupné na internete: <https://www.cee.siemens.com/web/slovakia/sk/corporate/portal/produkty/divizie/automatizacna/ponuka/priemyselne/simatic_wince_procesna_vizualizacia/Pages/SIMATICwince_zakladna_funkcionalita.aspx>.
- [5] *Platforma Java*. [online], cit. 13. 04. 2013, Dostupné na internete: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Platforma_Java>.
- [6] A. Molnár, *Návrh a realizácia vizualizácie pre pružný výrobný systém v prostredí Java*. Košice: Diplomová práca, Katedra kybernetiky a umelej inteligencie, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, 2013
- [7] J. Ilkovič, M. Čopík, J. Jadlovský, S. Laciňák, *Technological level of flexible manufacturing system control*. Košice: Acta Electrotechnica et Informatica, ročník 11, č. 1, 2011, s. 20-24, ISSN 1338-3957