

NÁVRH DISTRIBUOVANÉHO SYSTÉMU RIADENIA PRUŽNEJ VÝROBNEJ LINKY

Ján Jadlovský, Stanislav Laciňák, Juraj Chovaňák, Ján Ilkovič

Technická Univerzita v Košiciach, Katedra Kybernetiky a Umelej Inteligencie

Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská Republika

Tel.: +421 055 6024218

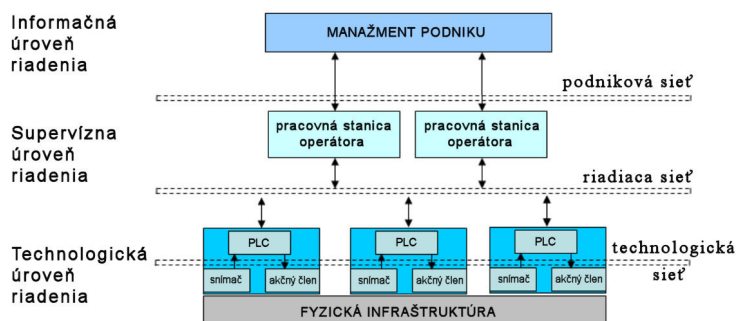
e-mail: jadlovsky@kybernetika.sk, stanislav.lacinak@tuke.sk, juraj.chovanak@tuke.sk,
jan.ilkovic@tuke.sk

Abstrakt: Tento článok popisuje hlavné výhody Distribuovaného Systému Riadenia a možnosť jeho aplikácie pri riadení školského modelu pružnej výrobnéj linky. S využitím prostriedkov, ktoré poskytuje tento spôsob riadenia systému (pokročilé možnosti ovládania a monitorovania, užívateľsky prístupné grafické rozhrania, manažment alarmových udalostí, historické databázy, atď.), je možné vytvoriť plne automatizovaný technologický proces výroby, ktorý bude použitý v procese výuky študentov. Hlavným cieľom je navrhnuť riadiaci systém daného modelu a popísať jednotlivé úrovne distribúcie a komunikačné väzby medzi nimi.

Kľúčové slová: Distribuovaný Systém Riadenia, Pružná Výrobná Linka

1 ÚVOD

Distribuovaný systém riadenia (DSR) je riadiaci systém zvyčajne výrobný systém, proces alebo ľubovoľný dynamický systém, v ktorom prvky systému nie sú lokalizované centrálné ale distribuované, rozdelené na menšie časti, subsystemy, ktoré sú riadené jedným alebo viacerými regulátormi. Súčasné priemyselné informačné a riadiace systémy (IaRS) využívajú prevažne hierarchické (pyramídové) architektúry s prvkami fyzickej a logickej distribúcie, integrácie ako celku, otvorené a stupňovateľné (scalable). Výrazne sa začínajú uplatňovať inteligentné črty, čím sa priame hierarchické vzťahy menia na sieťové. Silno sa prejavujú aj emergentné trendy, t. j. spájanie predtým nezávislých systémov, čo môže viesť ku vzniku ich nových vlastností ako celku. Jednotliví svetoví lídri automatizácie navrhujú svoje vlastné modely, ktoré sú prispôbené ich zameraniu a výrobe. Pyramída IaRS na obr. 1 predstavuje obvyklú architektúru takýchto systémov.



Obrázok 1: Architektúra riadiacich systémov

Technologická úroveň riadenia tvorí základné rozhranie s výrobou. Zahŕňa výrobné linky, stroje a zariadenia, v ktorých sú integrované snímače a akčné členy, ktoré komunikujú pomocou technologických sietí s riadiacimi počítačmi, prevažne programovateľnými logickými automatmi PLC (Programmable Logic Controller). Úroveň supervízneho riadenia je vyššou

úrovňou riadenia, ktorá sa alternatívne nazýva aj ako úroveň SCADA/HMI (Supervisory Control and Data Acquisition / Human Machine Interface). Slúži na prvotný zber a integráciu procesných dát, monitorovanie, vizualizáciu, vyhodnocovanie a priame operatívne zasahovanie do procesov. Informačná úroveň riadenia zastrešuje predchádzajúce vrstvy. Patria tu databázové prostriedky pre vyššie úrovne riadenia, manažérsky informačný systém a prostriedky internetovej vizualizácie. Informačná úroveň riadenia je úroveň plánovania a manažmentu. Na tejto úrovni sa archivujú a spracúvajú dáta, prijímajú sa dlhodobé strategické rozhodnutia pre výrobu.

DSR je široko používaný na riadenie výrobných procesov v oblastiach akými sú petrochemický, farmaceutický, energetický, potravinársky a hutnícky priemysel, preto predstavuje najvhodnejší spôsob riadenia školského modelu pružnej výrobnéj linky.

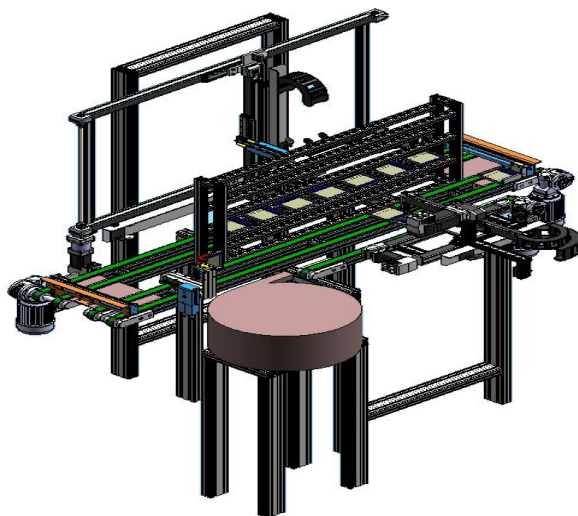
2 POPIS FUNKČNOSTI MODELU PRUŽNEJ VÝROBNEJ LINKY

Na Katedre Kybernetiky a Umelej Inteligencie sa snažíme vybudovať model výrobnéj linky, ktorý bude reprezentovať technologický proces pre montáž výrobkov a monitorovanie toku materiálu medzi vstupným a výstupným sklodom.

Základný popis technologického procesu:

- výrobná linka zostavuje palety zložené z kociek rôznej farby do užívateľom definovaných vzorov. Kocky sú dopravené z vibračného zásobníka po dopravníkovom páse ku snímaču farieb, kde sú podľa príslušnej farby zatriedené do štyroch zásobníkov.
- kocky sú na základe voľby zákazníka vkladané do paliet pomocou trojosého manipulátora a každej palete je priradený čiarový kód, ktorý slúži k ich identifikácii.
- správnosť zostavenia vzoru palety je verifikovaná kamerovým systémom.
- palety so správnymi vzormi sú umiestnené do výstupného skladu pomocou ďalšieho trojosého manipulátora a palety s chybným vzorom sú transportované na začiatok výrobného procesu, kde sú vyprázdnené a umiestnené do zásobníka prázdnych paliet
- informačná úroveň riadenia poskytuje plánovanie produkcie (typy vzorov paliet, počet vyrobených kusov) na základe požiadaviek zákazníka.

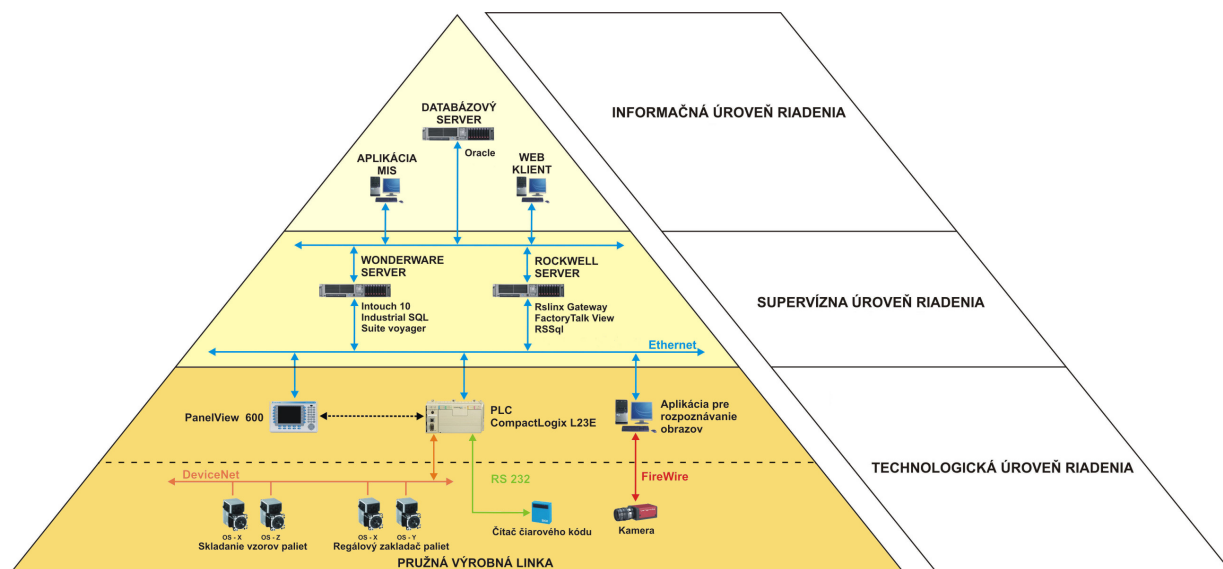
Konštrukcia modelu linky je znázornená na obr. 2.



Obrázok 2: Model pružnej výrobnéj linky

3 NÁVRH DISTRIBUOVANÉHO SYSTÉMU RIADENIA

Návrh riadiaceho systému, znázornený na obr. 3, vychádza z modelu IaRS popísaného v úvode. Na technologickej úrovni sa nachádza samotný hardvér modelu, v ktorom sú integrované akčné členy a snímače, čítač čiarového kódu pre identifikáciu paliet, kamera slúžiaca k verifikácii obrazcov paliet, programovateľný logický automat, ktorý vykonáva lokálne riadenie modelu, operátorský panel, ktorý slúži na prevádzkové monitorovanie a riadenie modelu a PC s integrovaným softvérom pre rozpoznávanie obrazov. Na supervíznej úrovni riadenia sú umiestnené servery, na ktorých sú nainštalované SCADA/HMI aplikácie z programových balíkov firiem Wonderware a Rockwell Software. Vytvorené aplikácie umožňujú monitorovanie a riadenie modelu pomocou grafických obrazoviek, signalizácií a alarmových hlások. Informačná úroveň, na ktorej je umiestnený databázový server pre uchovávanie dát a vytvorená MIS (manažérsky informačný systém) aplikácia, zastrešuje predchádzajúce vrstvy a poskytuje možnosti manažérského riadenia, logistiky a plánovania výroby. Jednotlivé úrovne riadenia sú medzi sebou prepojené pomocou štandardných komunikačných protokolov a rozhraní, vďaka ktorým je možné realizovať zber dát z technológie do databázového servera a taktiež z informačnej úrovne riadiť a plánovať produkciu výroby, na základe požiadaviek zákazníka.



Obrázok 3: Pyramídový model riadiaceho systému

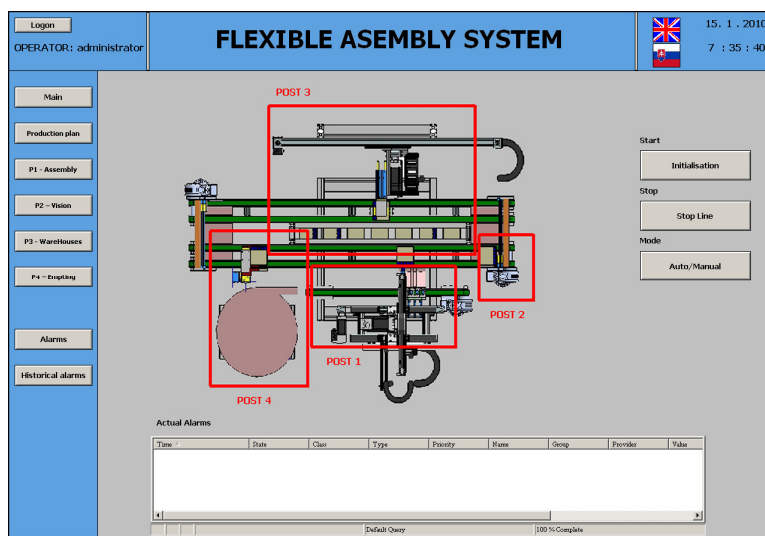
4 TECHNOLOGICKÁ ÚROVEŇ RIADENIA

Technologická úroveň riadenia výrobnéj linky je tvorená širokou škálou snímačov a akčných členov, ktoré sú pripojené pomocou riadiacich signálov ku vstupno-výstupným kartám PLC CompactLogix L23E od firmy Rockwell Software. Riadiaci systém je rozšírený o modul technologickej siete DeviceNet, ktorá je využitá na riadenie dvoch trojosých manipulátorov. Jeden je určený na zostavovanie paliet z rôznych druhov kociek, druhý manipulátor slúži na ukladanie hotových paliet do výstupného skladu. Sieť DeviceNet je použitá iba na riadenie dvoch osí oboch manipulátorov, pričom tretiu os v prípade prvého manipulátora predstavuje pneumatický valec s prísavkou, ktorý slúži k presúvaniu kociek na palety, a v prípade druhého manipulátora je tretia os reprezentovaná technologickou hlavicou, ktorá umožňuje ukladanie hotových paliet do regálového skladu. Jednotlivým paletám je priradený čiarový kód, ktorý slúži na ich sledovanie a evidenciu. Snímanie kódu je realizované pomocou senzora, ktorý je pripojený priamo k riadiacemu systému pomocou sériového rozhrania RS232. Ďalšiu časť technologickej úrovne tvorí kamera pripojená pomocou rozhrania FireWire k riadiacemu PC,

na ktorom je implementovaný softvér pre rozpoznávanie obrazov. Táto kamera slúži na sledovanie správnosti vytvorených vzorov na paletách. Na lokálne riadenie a sledovanie modelu výrobného procesu je určený technologický panel PanelView 600. Umožňuje užívateľom sledovať stav linky, diagnostikovanie a krokovanie činností systému v prípade porúch a taktiež operatívne riadenie jednotlivých častí linky. Prepojenie technologickej úrovne s dispečerskou a informačnou úrovňou riadenia je realizované pomocou siete Ethernet a protokolu OPC (OLE for process control).

5 DISPEČERSKÁ ÚROVEŇ RIADENIA

Táto úroveň je reprezentovaná dvoma servermi, na ktorých sú nainštalované SCADA/HMI nástroje firiem Rockwell Software a Wonderware určené pre komplexné sledovanie a riadenie výrobného procesu. Súčasťou servera Rockwell je komunikačný modul RSLinx Gateway, ktorý zabezpečuje OPC komunikáciu riadiaceho systému s vytvorenou SCADA aplikáciou, a RSSql transakčný manažér, ktorý zabezpečuje zber údajov z technológie do databázy. Samotná aplikácia je vytvorená pomocou nástroja Factory Talk View a umožní užívateľom monitorovanie a priame operatívne riadenie technologického procesu. Druhý server je vybudovaný použitím nástrojov firmy Wonderware. Aplikácia vytvorená v programe Intouch taktiež zabezpečuje lokálne riadenie a vizualizáciu modelu. Na tomto serveri je tiež umiestnený nástroj Industrial SQL na zber a analýzu aktuálnych a historických dát z linky a internetový informačný portál Suite Voyager, ktorý integruje výrobné dáta a poskytuje ich užívateľom prostredníctvom bežného prehliadača internetových stránok. Použitím technológií rôznych firiem vzniká priestor pre aplikáciu väčšieho množstva nadstavbových nástrojov a porovnanie ich možností. Na obr. 4 je znázornený pohľad na návrh hlavného okna vizualizácie, vytvorený v nástroji Intouch.

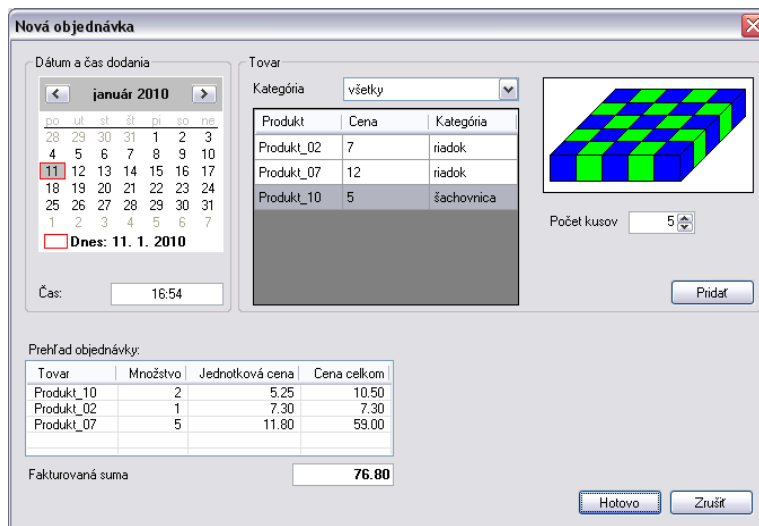


Obrázok 4: Pohľad na hlavné okno vizualizácie

6 INFORMAČNÁ ÚROVEŇ RIADENIA

Hlavnou časťou tejto úrovne je databázový server Oracle 10g a MIS aplikácia ControlLink, vytvorená pomocou C# .NET framework 2.0. Zber dát z technologickej úrovne riadenia na informačnú je realizovaný použitím siete Ethernet a protokolov OPC a ODBC. OPC protokol, ktorý je poskytovaný komunikačným serverom RSLinx, sa používa pre komunikáciu s PLC a ODBC pre komunikáciu s databázovým serverom. Tieto protokoly sú spravované takzvaným transakčným manažérom RSSql od firmy Rockwell Software. Riadenie modelu a tok dát

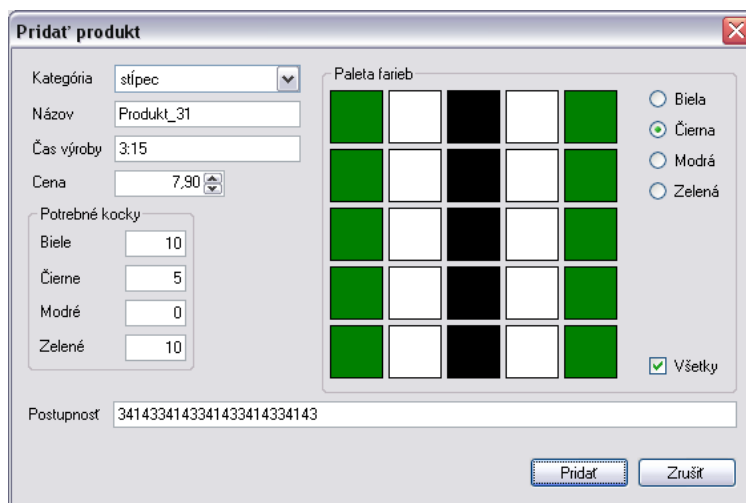
z informačnej úrovne na technologickú je uskutočnený pomocou vytvorenej aplikácie ControlLink, ktorá taktiež pracuje s protokolom OPC. Táto aplikácia predstavuje informačný systém, ktorý umožňuje užívateľom ako sú administrátor, skladník a zákazník pracovať s modelom pružnej výrobnéj linky. Zákazník, ktorý sa po vyplnení registračného formulára prihlási do systému, môže sledovať zadané objednávky, či už minulé alebo aktuálne. Pre zadanie novej objednávky slúži obrazovka znázornená na obr. 5. Zadávanými parametrami sú dátum, čas dodania objednávky, typ a počet kusov výrobkov. Zákazník má zároveň možnosť vidieť obrázok požadovaného produktu a taktiež je informovaný o cene objednávky.



Obrázok 5: Zadávanie novej objednávky zákazníkom

Administrátor má na starosti správu poradia v akom sa posielajú objednávky do výroby (implicitne sa toto poradie určuje automaticky podľa času prijatia objednávky do systému). Taktiež do jeho právomocí spadá rozširovanie portfólia ponúkaných produktov. Ukážka pridania nového produktu je na obr. 6. Administrátor zvolí kategóriu, do ktorej bude nový produkt patriť, jeho názov, cenu a graficky vyskladá ako má vyzeráť rozloženie kociek na palete. Následne sa automaticky spočíta koľko kociek príslušných farieb je potrebných pre nový výrobok a aplikácia vyhotoví špeciálnu postupnosť, ktorá je odoslaná do PLC automatu pre riadenie linky v prípade výroby novo pridaného typu produktu.

Z pohľadu skladníka ide o sledovanie zásob materiálu na vstupnom sklade a o sledovanie hotových produktov na výstupnom sklade.



Obrázok 6: Pridanie produktu do portfólia

7 ZÁVER

Použitie Distribuovaného Systému Riadenia prináša so sebou množstvo výhod ako flexibilná hardvérová architektúra, robustné komunikačné technológie medzi hardvérovými komponentmi akými sú pracovné a riadiace stanice, inteligentné snímače a akčné členy, schopnosť správy alarmov a abnormálnych udalostí, integrované diagnostické funkcie, správa aktuálnych a historických dát, užívateľsky prístupné grafické rozhrania a bezpečnosť realizovaná nastavením rôznych prístupových práv pre používateľov. Vďaka týmto vlastnostiam je práve DSR najvhodnejším spôsobom ako riadiť daný model pružnej výrobnéj linky, ktorý bude použitý vo vyučovacom procese, kde sa budú môcť študenti oboznámiť s rôznymi oblasťami ako programovanie logických automatov, tvorba SCADA/HMI aplikácií, rozpoznávanie obrazov, správa databázových systémov, realizácia informačných systémov a komunikačných protokolov v objektovo orientovaných programovacích jazykoch a mnoho ďalších.

REFERENCIE

- ZOLOTOVÁ, I., FLOCHOVÁ, J., (2001): Vizualizačné prostriedky, systémy SCADA/HMI (1). *AT&P Journal* 12/2001
- CÁRDENAS, A. A., AMIN, S., SASTRY, S. (2008):. Research Challenges for the Security of Control Systems. *Proceedings of the 3rd Conference on Hot Topics in Security*, San Jose
- BALOGH, R., BÉLAI, I., DORNER, J., DRAHOŠ, P. (2001):. Priemyselné komunikácie, Vydavateľstvo STU v Bratislave, ISBN 80-227-1600-6
- CHOVAŇÁK, J., JADLOVSKÝ, J. (2009):. Distributed control system in a manipulator system application. *Proceedings of 7th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics SAMI*, Herľany, Slovak Republic, pp. 109-111
- ZOLOTOVÁ, I., LIGUŠ, J., JADLOVSKÝ, J., HORVÁTH, J., DULA, M., LACIŇÁK, S. (2004):. Remote Labs - Industrial Portal, *5th International Conference on Virtual University*, Bratislava, Slovak Republic, pp. 238-240

Táto publikácia je výsledkom implementácie projektu : Centrum Informačných a Komunikačných Technológií pre Znalostné Systémy (číslo projektu: 26220120020) podporovaného operačným programom výskumu a vývoja financovaného z európskeho fondu regionálneho rozvoja ERDF.