

Videoanalýza ručnej montáže

Senderská Katarína, Ing., PhD., Katedra technológií a materiálov, Strojnícka fakulta Technickej univerzity v Košiciach, Mäsiarska 74, 040 01 Košice, e-mail: katarina.senderska@tuke.sk

Mareš Albert, Ing. PhD., Katedra technológií a materiálov, Strojnícka fakulta Technickej univerzity v Košiciach, Mäsiarska 74, 040 01 Košice, e-mail: albert.mares@tuke.sk

Ručná montáž má stále nezastupiteľné miesto vo výrobných procesoch a je možné predpokladať, že ani v budúcnosti jej podiel na výrobe nebude významne klesať. Je to dané finančnou náročnosťou a technickými problémami spojenými so snahami o plnú automatizáciu montážnych procesov. Pri montáži má významný vplyv na produktivitu a kvalitu človeka vykonávajúci montáž. Pri hľadaní rezerv a následných zmenách za účelom zvýšenia produktivity a kvality je možné použiť rôzne prístupy, techniky, metodiky a nástroje. Jednou z takýchto metód je aj video analýza. Tento koncept vychádza z nasnímania videa a následnej analýzy za účelom odhalenia rezerv. Článok pojednáva o niektorých skúsenostiach s týmto spôsobom analýzy a prezentuje dosiahnuté výsledky.

➔ Kľúčové slová : video analýza, ručná montáž

1 Úvod

V rámci riešenia grantových úloh a spolupráce s praxou vznikla požiadavka na použitie nástroja, ktorý by dokázal analyzovať montážne procesy za účelom zvýšenia ich produktivity. Keďže išlo v prevažnej väčšine o manuálne montážne pracoviská, sústredila sa pozornosť na človeka ako rozhodujúceho činiteľa ovplyvňujúceho produktivitu a kvalitu. Hľadal sa nástroj, ktorý by vyhovoval požiadavkám na analýzu a umožnil pri primeranej práci, bez nejakého náročného technického vybavenia dosiahnuť stanovený cieľ t.j. nájdenie úzkych miest a zvýšenie produktivity. Po úvahe bola ako nástroj pre tieto účely zvolená analýza montážnych operácií na báze videozáznamu - videoanalýza. Tento nástroj bol následne testovaný pri riešení rôznych typoch úloh, aby sa získali skúsenosti a presne stanovili okrajové podmienky vhodnosti aplikácie uvedeného nástroja.

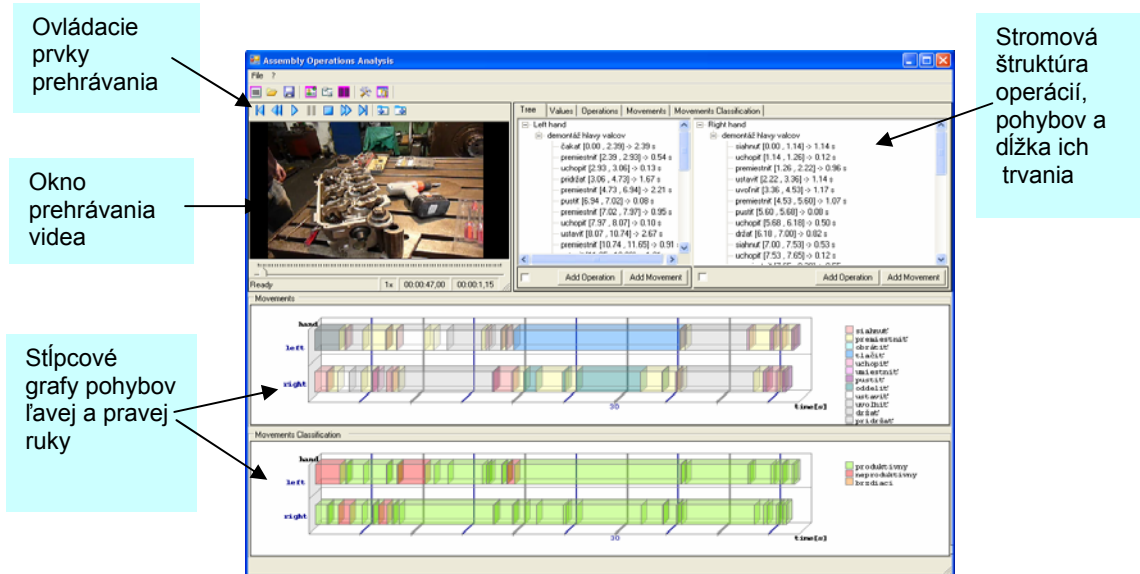
2 Konceptia video analýzy

Tento koncept samozrejme nie je ničím prevratným a je všeobecne známy, ale praktické skúsenosti s jeho použitím nie sú v našich podmienkach veľmi rozšírené. Tento nástroj bol zvolený pretože umožňuje zachytiť dianie na pracovisku, opakovane ho prehrávať, prípadne zrýchľovať a spomaľovať prehrávanie záznamu podľa potreby, čo uľahčuje analytikovi prácu pri hľadaní rezerv vo výkonnosti. V podstate jediné nutné technické zariadenie k tomuto typu analýzy je videokamera, ktorá sníma dianie na pracovisku. Dokonca v prípade súčasných kamier, nie je nevyhnutné ani mať k dispozícii prehrávač videa, pretože je možné prehrávať video a pozeráť ho priamo na displeji videokamery, kde sa zároveň zobrazuje čas. Nie je to síce pohodlný postup práce, ale v nevyhnutných prípadoch je možný. Pri samotnej analytickej činnosti však bolo zistené, že zaznamenávanie časov začatia a ukončenia jednotlivých operácií je prácne a s rastúcou dĺžkou času záznamu rastie počet chýb, je potrebné sa opakovane vracáť k predchádzajúcim častiam záznamu a podobne. Keďže jednou z požiadaviek bolo aby sa s analytickým nástrojom dalo jednoducho pracovať vznikla požiadavka na vytvorenie nástroja, ktorý by uvedené činnosti nejakým spôsobom sprehľadnil a zjednodušil. Po analýze dostupných informácií bolo prijaté rozhodnutie riešiť túto pomoc softvérom. Na základe toho boli začaté práce na softvérovom nástroji, ktorý dostal pomenovanie Assembly Operation Analysis (AOA). Pre vývoj softvéru bol zvolený programovací jazyk Microsoft Visual C# (C Sharp) .NET z balíka Microsoft Visual .NET. Na obrázku 1 je uvedený príklad grafického prostredia softvéru. Uvedený softvér umožňuje:

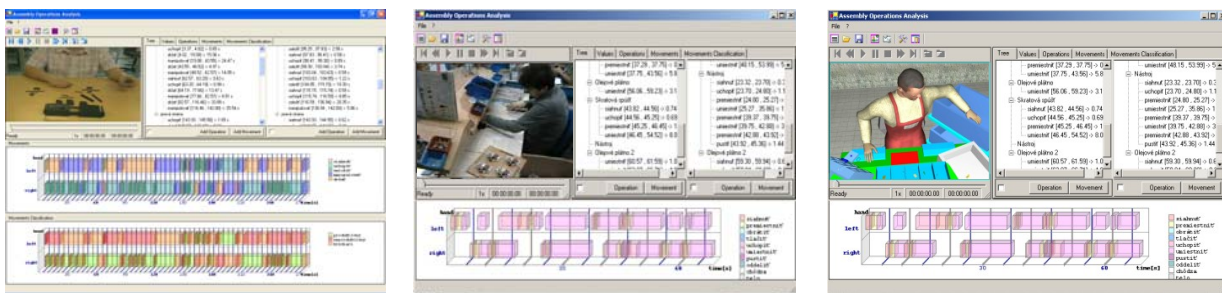
- nadefinovať základné pohyby resp. operácie podľa vlastnej potreby,
- detailne sledovať montážny proces (spomaľiť, zastaviť, vrátiť sa späť),
- rozdeliť čas montáže na montážne úseky a tieto časy uložiť a spracovať pre ďalšiu analýzu.

Vývoj softvéru pokračuje, pre potreby usmernenia ďalšieho vývoja a overenie bol aplikovaný pri analýze rôznych ručných montážnych operácií napr. montáž vetracej mriežky do automobilu, montáž a demontáž alternátora, montáž piestu do bloku motora, skladanie svetla do odkladacej skrinky spolujazdca pre automobil, montáž karburátora, montáž elektrického ističa a pod. Vybrané príklady z analýz sú na obrázku 2. Z uvedeného vidieť, že väčšina analyzovaných komponentov má súvis s automobilovou výrobou. Je to dané jednak orientáciou pracoviska autorov a jednak postavením

automobilovej výroby na Slovensku. Do budúcnosti sa plánuje zahrnúť do analýz širšie spektrum výrobkov z rôznych priemyselných odvetví.



Obr. 1. Obrazovka softvéru AOA pre video analýzu ručnej montáže
Fig.1 Printscreen of the AOA software for manual assembly video analysis



Montáž vetracej mriežky
v laboratóriu montáže

Montáž ističa v prevádzke

Montáž ističa – počítačová
simulácia

Obr. 2 Obrazovky analýzy rozličných typov montáží
Fig. 2 Print screens of various video analyses

Hlavné oblasti aplikácie softvéru AOA:

- posúdenie vplyvu zmeny konštrukcie výrobku na čas montáže a štruktúru montážnych operácií
- posúdenie vplyvu zmien konštrukcie používaných nástrojov, prípravkov a zásobníkov na čas a štruktúru montážnych operácií
- posudzovanie viacerých variantov riešenia či už celého procesu montáže alebo nejakej jeho časti
- porovnanie časových údajov získaných v procese projektovania napr. metódou MTM s reálne získanými časmi na experimentálnom pracovisku resp. priamo vo výrobe
- snímanie za účelom podpory vzdelávania alebo inštruktáže nových pracovníkov v reálnom výrobnom procese
- podporu výskumných a vývojových aktivít zameraných napr. na tvorbu vlastnej klasifikácie základných montážnych operácií a úkonov s aplikáciou časových údajov
- snímanie za účelom identifikácie kritických miest montáže výrobku resp. pre štatistické účely

3 Postup aplikácie softvéru AOA

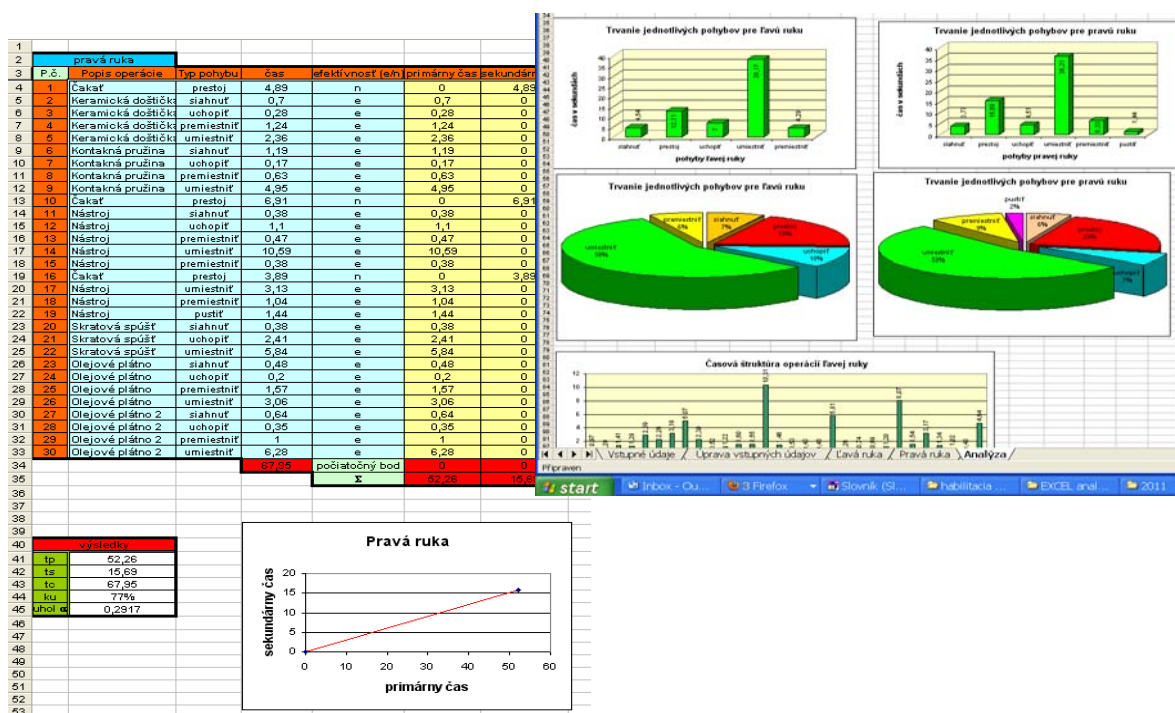
Vo všeobecnosti sa pri analýze s použitím videoanalýzy postupuje nasledovne:

- nasníma sa videozáznam montážneho procesu,

- záznam sa prevedie do počítača a načíta sa do programu AOA,
- zdefinujú sa operácie, úkony a pohyby,
- spustí sa prehrávanie videozáznamu a postupne sa priradzujú časové hodnoty jednotlivým pohybom, úkonom a operáciám (pre lepšiu prehľadnosť sa uvedené časy zobrazujú aj v podobe stĺpcových grafov),
- na základe zistených časových údajov je možné identifikovať pohyby resp. úkony a operácie, ktoré trvajú najdlhšie, čo umožní sústrediť pozornosť práve na tieto „úzke“ miesta,
- prijímú sa opatrenia na odstránenie úzkych miest (napr. zmena organizácie montážneho procesu, zmena umiestnenia prvkov vstupujúcich do montáže (súčiastky, náradie, prípravky a pod.), navrhne sa použitie montážneho prípravku, a pod.),
- nasníma sa videozáznam montážneho procesu po prijatí zmien,
- analyzuje sa novo nasnímané video a kvantitatívne sa vyhodnotia rozdiely medzi pôvodným a novým procesom.

Už pri zbežnom pohľade na tento postup je zrejmé, že pokiaľ by sme chceli porovnávať pôvodný a nový stav bolo by postačujúce odmerať napr. iba čas výroby jednej súčiastky, alebo nemerať žiaden čas, a spočítať počet vyrobených súčiastok po skončení smeny a porovnať to s počtom vyrobených súčiastok pred zavedením zmien. Avšak z hľadiska detailnejšieho skúmania je vhodné mať presné informácie o tom ako jednotlivé opatrenia prispeli k skráteniu jednotlivých úkonov, čím sa postupne môže budovať báza znalostí, ktorá umožní do budúcnosti jednak lepšie odhadnúť vplyv navrhovaných opatrení na výslednú produktivitu a taktiež umožní lepšie odhadnúť pomer nákladov na zmenu k prínosom.

Je nutné poznamenať, že pre samotné analýzy bola vytvorená aplikácia v programe Microsoft Excel. Táto excelovská aplikácia umožňuje variabilné prispôbenie vyhodnocovania podľa rozličných kritérií a ich grafické spracovanie. Samotný program AOA generuje jednoduchý excel výstup – sumár dát. Na obr. 3 je uvedený príklad spracovania výsledkov analýzy. Na obrázku vľavo je tabuľka kde sú uvedené operácie, pohyby a časy ich trvania, vpravo je grafické znázornenie časových údajov v podobe koláčových a stĺpcových grafov samostatne pre ľavú a pravú ruku a na obrázku dole je uvedený graf primárnej a sekundárnej analýzy pre pravú ruku.



Obr.3 Príklad výstupu analýzy ručnej montáže
Fig.3 Example of manual assembly analysis output

Záver

Na základe doteraz získaných skúseností je možné konštatovať, že tento postup analýzy montážnych procesov je vhodný a to najmä ak sa použije softvérová podpora. Samozrejme, že oblasť použitia má svoje limity a problémové aspekty ako napr. montážne operácie drobných súčiastok, kde nie je možné zreteľne odlíšiť pohyby a úkony. Taktiež nemá zmysel používať túto metódu pri operáciách kde je jednoduchšie použiť stopky a papier na zapisovanie údajov. Výber vhodnej metódy závisí na samotnom analytikovi. Výhodou je, že je možné sa sústrediť iba na časť montážneho procesu, napríklad na problematické miesta, overiť prínos navrhnutých technických prípadne organizačných zmien, porovnať výsledky časovej analýzy získanej len na základe 3D modelu procesu s výsledkami v laboratóriu prípadne v reálnej montáži. Získané časti videozáznamov môžu slúžiť aj ako podklad pre zaučenie nových pracovníkov a pod.

Literatúra

- 1 SENDERSKÁ, Katarína; KOVÁČ, Jozef.; MAREŠ, Albert. Videoanalýza montáže vetracej mriežky. In: Nové smery vo výrobných technológiách : 9. medzinárodná vedecká konferencia., Prešov 19.-21.6.2008. Prešov : FVT TU v Košiciach, 2008. s.499-502. ISBN 978-80-553-0044-3.
- 2 KOVÁČ, Jozef; MAREŠ, Albert; SENDERSKÁ, Katarína. The concept of video analysis for the support of manual assembly operation design. In. PRO-TECH-MA '05 (Progressive Technologies and Materials). Rzeszów (Poland) : Rzeszów University of Technology, 2005, str. 245 - 247. ISBN 83-7199-356-0.
- 3 SENDERSKÁ, Katarína. Technické prostriedky pre ručnú montáž - učebný text. Košice – KTaM Sjf TU v Košiciach. 2004. ISBN 80-8073-0903.
- 4 VALENTOVIČ, Erenest; JANÁČ, Alexander; VÁCLAV, Štefan. Humanization of Assembly. In MATAR PRAHA 2004 - Machine tools, automation and robotics in mechanical engineering. Praha: ČVUT, 2004, pp. 328-332. ISBN 80 903421-4-0.
- 5 MAREŠ, Albert. Techniky skracovania času projektovania montážnych procesov a systémov, Doktorandská dizertačná práca, Sjf TU v Košiciach, 2006.

Abstract:

- Videoanalysis of Manual Assembly
- Senderská Katarína, Ing., PhD., Mareš Albert, Ing., PhD., Department of Technologies and Materials, Faculty of Mechanical Engineering, Technical University of Košice, Mäsiarska 74, 040 01 Košice, e-mail: katarina.senderska@tuke.sk, albert.mares@tuke.sk
- videoanalysis, manual assembly
- The assembly process design as a complex and difficult task requires an implementation of new approaches, techniques and tools. The effort to innovate these processes leads to the application of a various computer-aided tools. One of these is the video analysis. Nowadays technical means allow an easy cooperation between the computers and the equipment for a video recording. Implementation of a video analysis is one of the ways that can support the assembly design processes improvement. The paper deals with the concept of a video analysis for the support of the manual assembly operation design and the innovation of the assembly operations. A real assembly process video shots can be analyzed and used as a basis for the further improvement of the assembly process. The video analysis is a part of a complex methodic system for the manual assembly workstation design. Among advantages of using video analysis belong that the real manual assembly can be considered as the best and the most precise information and video shot can be archived, speeded up, slowed down, played repeatedly. Developed software Assembly Operation Analysis (fig.1) enables to analyze video captured in production or in laboratory and also can analyze the computer simulation (see fig. 2). Realized analysis in the developed excel application (fig. 3) gives various possibilities of result presentation. The main fields of application as evaluation of product design change, tool - , fixture- and feeding device changes, some product variants etc. and obtained results supports the further experiments and including AOA software into the complex methodic of assembly processes and systems design and evaluation.

