


Člověk v systémech člověk - stroj

 01.12.2008

Human IN Man-Machine-SystemS

Marie Havlíková¹

¹ FEKT VUT v Brně, Ústav automatizace a měřicí techniky, havlika@feec.vutbr.cz

lidský činitel

spolehlivost

systém člověk-stroj

operátoři

systémová bezpečnost

rozhodování

komunikace

informace

Abstrakt

Člověk přichází každodenně, a to jak v pracovním procesu, tak i v soukromém životě do styku s rozmanitými typy přístrojů a technických zařízení a přitom si jejich přítomnost nebo ovládání mnohdy ani neuvědomuje. Technické prostředky se dnes staly nutnou součástí lidského života a naprostou samozřejmostí. Do popředí zájmu se dostaly a stále dostávají hlavně technické parametry zařízení a strojů, ekonomické stimuly jako výrobní a prodejní cena, obchodní a politické strategie firem. V pozadí zájmu dlouhou dobu zůstávala zásadní otázka a důležité hledisko bezpečnosti při vzájemném působení člověka a stroje.

Klíčová slova: systém člověk - stroj, spolehlivost, bezpečnost systémů s lidským operátorem, lidský činitel, prioritizace rozhodování v systémech MMS, výměna informací a komunikace v systémech MMS, činnosti člověka v systémech MMS

Abstract

In the process of work and everyday private life man exists side-by-side with various types of machinery and technical devices, frequently not being aware of their actual presence and not being able to control them. Nowadays, technical devices have become an essential part of human life and man takes them for granted. On the one hand, technical parameters of machinery and appliances, economic stimuli, i.e. production and retail price, company trade and political strategy have come to the fore. On the other hand, the crucial issue and an important viewpoint on the man-machine interaction have been neglected for a long time.

Keywords: man - machine systems, reliability, human operated system safety, human factor, decision priority in MMS systems, information interaction and communication in MMS systems, human activities in MMS systems

1. Vliv člověka

Z technického pohledu lze označit člověka a stroj jako dvě komponenty jednoho celku. Odborný termín používaný v literatuře je systém *člověk – stroj (Man-Machine System)*. Mezi nejlépe prozkoumané typy systémů *MMS* patří zejména:

- řízení aut, letadel, lodí a vlaků, v těchto systémech se jedná zejména o úlohy stabilizace, řízení, navigace a následnou kontrolu,
- výrobní a technologické procesy, kde jsou nasazeny počítače a počítačové systémy pro řízení a automatizaci výrobních postupů (jaderné elektrárny, chemická zařízení), systém člověk - počítač a jejich vzájemná interakce.

Jedná se o systémy *MMS*, které jsou svým významem pro člověka strategické jak z hlediska hospodářského, politického tak i vojenského. Všeobecně platí, že pokud je jejich konstrukční provedení správně navrženo a realizováno a jejich provoz bezporuchový, tak neohrožují člověka ani okolní prostředí. V případě výskytu závady či chybné funkce v jejich činnosti, se tyto systémy *MMS* stávají velmi vážným nebezpečím. Následky havárií jsou pak nevyčíslitelné a představují závažné ekonomické a zdravotní důsledky.

Havárie v jaderných elektrárnách, chemických zařízeních, letecké a námořní katastrofy v druhé polovině 20. století vedly k tomu, že se výzkumné práce začaly zabývat analýzou bezpečnosti systémů s ohledem na možný negativní vliv lidského faktoru, který přispívá k degradaci bezpečnosti a spolehlivosti technických systémů. Zvláště důležitá je spolehlivost a bezpečný provoz rizikových systémů a provozů, jejichž selhání a výskyt poruchy by vedlo k rozsáhlé katastrově, k ohrožení života velkého množství lidí, k velkým materiálním škodám nebo k poškození složek životního prostředí. Z provedených a zveřejněných analýz příčin leteckých, námořních katastrof, důlních neštěstí nebo havárií v chemických provozech a bohužel i v jaderných elektrárnách jednoznačně vyplynulo, že selhání člověka zapříčiněné překročením jeho výkonové kapacity velkou měrou přispívá k těmto katastrofám.

2. Priorita rozhodování

Během provozu v systémech *MMS* dochází k nestandardním situacím, které musí být vyhodnoceny a řádně ošetřeny. Technické zařízení nebo řídicí počítač reaguje na situace podle předem stanovených postupů nebo programů, které ošetří zadané očekávané stavy. Člověk má vysokou diagnostickou úroveň a zároveň je vybaven schopností vyhodnocovat situace při nedostatku vstupních informací. Na druhé straně současné moderní technologické postupy umožňují výrobu diagnostických zařízení a výpočetních systémů, jejichž rychlost zpracování informace a kapacita paměti několikanásobně převyšují lidské schopnosti. Vystává tedy otázka, kdo má mít nejvyšší prioritu rozhodování v systému *MMS*.

2.1 Současný stav

V současné době má vyšší prioritu rozhodování člověk, který může negovat navržený postup automatu. Tak je tomu v provozech jaderných elektráren, při řízení letového provozu nebo řízení letadel. Příkladem systémů *MMS*, kde při řešení kritických situací na sebe naráží rozhodování člověka a automatu, jsou moderní automobily. Jejich nové bezpečnostní systémy v podobě adaptivních tempomatů *ADC (Adaptive Druid Control)* umožňují nejen udržování bezpečné vzdálenosti mezi vozidly ale také monitorování překážek. V případě, že se v jízdní dráze při vysoké rychlosti vozidla v kritické vzdálenosti objeví překážka, není v lidských silách se překážce vyhnout. Řízení v tomto případě přebírá bezpečnostní systém, který na základě stálého monitorování prostoru před vozidlem vypočítá optimální dráhu, zaktivuje brzdový systém vozidla *ABS*, systém elektronicky řízené brzdové soustavy *EBS*, uvede do činnosti airbagy, zajistí pevné utažení těla řidiče a tím minimalizuje následky střetu pro člověka [1].

2.2 Rozdělování funkcí

Při rozdělování funkcí v systémech *MMS* je rozhodováno, které činnosti při realizaci technického procesu budou

prováděny strojem, dnes většinou počítačovým systémem, a které člověkem. Na první pohled se zdá řešení problémů lehké. Všechny funkce, které mohou být prováděny automaticky, budou přenechány stroji a zbytek funkcí bude provádět člověk. Bohužel často vede takové dělení funkcí k tomu, že člověk bývá velmi jednostranně zatěžován, protože zůstane jenom málo zbytkových funkcí. Dalším případem rozdělování činností v systémech *MMS* je permanentní nevyužití člověka. To jsou stavy, kdy je po člověku požadovaná jen kontrola automaticky řízeného procesu. Pokud ale nastane nebezpečný stav, selže automatika nebo přijde nečekaná vnější porucha a člověk skutečně musí zasáhnout, potom se náhle změní nevyužití člověka v jeho přetížení. Vyjádření jednoho pilota plně vystihuje tento problém: „*Při normálních operacích není co dělat, ale při abnormálních se musí dělat všechno.*“ Je nutné takovými situacím předcházet a to především důkladnou analýzou všech činností člověka v systému *MMS*. Záměrem je odkrýt slabá místa při kontrolních a řídicích situacích a minimalizovat selhání člověka.

2.3 Výměna informací

Všeobecně lze konstatovat, že role člověka ve všech výše uvedených systémech *člověk – stroj* je stále závažnější, významnější a vyžaduje od člověka stále vyšší nasazení a vyšší úroveň znalostí. Jde o určitou formu vzájemného působení mezi člověkem a technikou charakterizované výměnou informací. Člověk potřebuje pro úspěšné ovládnutí, manipulaci nebo řízení technických systémů znát základní pravidla komunikace, jakousi formu návodu k obsluze, bez které není schopen se s daným technickým zařízením „*dorozumět*“. Velmi důležité je, aby výměna informací v systémech *MMS* byla oboustranná. Informační tok v jediném směru je nedostačující. Člověk musí mít možnost zasáhnout a ovlivnit stav systému, pokud to okolnosti a charakter informací vyžadují. Rovněž je nutné, aby člověk mohl volit způsob a velikost svých akčních zásahů na základě principů zpětné vazby.

Příkladem jednostranné výměny informací je sledování informačních tabulí v odbavovacích halách na letištích nebo nádražích. Člověk pouze pasivně přijímá informace a nemá možnost vzájemnou komunikaci ovlivnit. Příkladem oboustranné výměny informací je sledování monitoru zdravotnického přístroje, kde jsou zobrazovány sledované hodnoty diagnostikovaných parametrů. Pověřená osoba na základě zobrazených údajů rozhoduje o dalším krociích v léčeném postupu pacienta a v případě potřeby provede adekvátní zásah. Tento příklad je možno označit rovněž jako kognitivní ergonomické sledování, při kterém člověk využívá své specifické schopnosti, myšlení.

Výměna informací v systémech *MMS* je možná:

- **přímou formou** charakteristickou tím, že člověk získává informace přímým pozorováním a vnímáním,
- **zprostředkovanou formou**, kdy člověk získává informace na základě měření pomocí dalších přístrojů nebo senzorů. Takto získané informace jsou dále transformovány tak, aby je mohl člověk vnímat a sledovat. Zásahy člověka následují rovněž zprostředkovaně např. pomocí ovládacích prvků, přepínačů, tlačítek nebo klávesnice počítače.

Komunikace v systémech *MMS* je v literárních pramenech [2], [3] popisována ve třech etapách:

- **vnímání informace**, které spočívá ve vytvoření smyslového obrazu v mentálních funkcích člověka. Podstatou je získání představy o sledovaném objektu, vnímání informace je počáteční fází pro reakci operátora na podnět,
- **zpracování informace**, které se děje v lidském mozku. Zdrojem informace jsou podněty nejčastěji světelné nebo zvukové, tyto jsou zachyceny a detekovány receptory, které dále nesou informaci do mozku, kde nastává vyhodnocení a rozpoznání informace. Mozek dále vydává pokyny pro výkonné orgány – svaly. Tuto činnost lze přirovnat k činnosti informačního kanálu. V druhé polovině minulého století byly zkoumány možnosti lidského operátora přijímat informace a výzkumné práce se zaměřovaly na hodnocení vyšší nervové činnosti člověka [6]. Souhrnně lze konstatovat, že čím složitější komplex podnětů je operátor schopen analyzovat a čím přesnější je jeho analýza, tím vyšší je jeho úroveň nervové činnosti. Bylo vysledováno, že se zvyšujícím se počtem různých

- podnětů se reakční doba prodlužuje [2],
- **provedení zásahu pomocí interface**, který operátor uskutečňuje na základě vyhodnocení přijatých informací z vnějšího prostředí a manipulací s ovladači realizuje řízení systému.

2.4 Způsoby komunikace

Vzhledem k tomu, jak různorodé jsou systémy a stroje, se kterými přichází člověk do interakce, tak i vzájemná komunikace v systémech *MMS* je velice rozmanitá a mnohotvárná. V publikacích [3], [4] se nachází četné popisy způsobů komunikace člověka v systémech *MMS*, ale neexistuje jednoznačné dělení. Ve většině případů jsou kategorizace značně obecné a nespecifické. Lze konstatovat, že komunikace v systémech *MMS* se odehrává v následujících rovinách.

2.4.1 Úkolová rovina

Představuje komunikaci v systémech *MMS*, na které jde především o soulad mezi cíly člověka a nabídkou funkcí konkrétního stroje. Vyhodnocuje se soubor všech nutných operací a úkolů, které je nutno provést, aby bylo dosaženo předpokládaného cíle. Zároveň se sleduje objem nákladů a to nejen ekonomických, ale i splnění časových limitů, tedy kolik času bude dosažení cíle vyžadovat. Je snaha a tendence vyvážet nebo přecházet na takové systémy *MMS*, které budou efektivní a budou mít komplexní charakter.

2.4.2 Sémantická rovina

Jedná se o způsob komunikace, kde se preferuje soulad mezi strukturami paměti a myšlenkovými procesy člověka na straně jedné, datovými strukturami a algoritmy stroje na straně druhé. Člověk si vytváří mentální modely funkcí strojů. Pokud tyto modely jsou v souladu skutečnými funkcemi stroje, pak umožňují korektní a rychlou výměnu informace mezi člověkem a strojem. Nesouhlasí-li mentální modely se skutečnými funkcemi stroje, může dojít k chybám [5]. Tak např. operátoři při poruše elektrárny v Three-Mile-Island měli představu, že ukazatel zobrazující stav bezpečnostního ventilu dává informaci *ventil je uzavřen*. Ve skutečnosti byl zobrazen pokyn *ventil uzavřít*. Je vysoce žádoucí, aby byly funkce strojů navrhovány tak, aby si člověk mohl vytvářet zcela jednoznačné mentální modely funkcí řízeného stroje.

2.4.3 Syntaktická rovina

Tento způsob komunikace v systémech *MMS* sleduje strukturu ukazatelů na straně stroje a zadávání operací na straně člověka. Syntaxe by měla být co možno nejjednodušší. Zvláště jde o vysokou jednoznačnost, jednoduchost a o uvolnění paměti člověka. Ukazatele informací, které se vždy objevují na stejných místech, se ve většině případů nepřehlednou a jsou snadněji interpretovány. Je výhodnější, když stejný vstup u počítače nebo jakéhokoliv jiného stroje je realizován vždy jedním a tím samým ovladačem. Do této roviny patří také tzv. dialogové techniky řešící otázky, jakou formou bude výměna informací probíhat, zda:

- pomocí příkazů,
- pomocí sekvencí otázka-odpověď u obrazkových dialogů,
- nebo výběry pomocí menu.

Každá výše uvedená technika výměny informací má výhody a nevýhody. Výběr konkrétní techniky je závislý na typu prováděných úloh, vědomí, zkušenostech a zvyklostech operátora nebo uživatele.

2.4.4 Lexikální rovina

Na této úrovni jsou představovány problémy a způsoby komunikace v systémech *MMS* typu:

- jak mají být dané informace zobrazeny, zda kvantitativně nebo kvalitativně, analogově nebo digitálně, jako text

- nebo ve formě obrázků,
- jak mají být mezi sebou kombinovány zrakové a sluchové sdělovače,
- měl by uživatel nebo operátor sám vybrat druh sdělovače,
- jakým způsobem předává člověk své příkazy stroji, zda pomocí různých typů ovladačů, ústními formulacemi, analogovými ovládacími prvky nebo číselnými kombinacemi,
- jakými smysly má člověk vnímat informace, jaké informace mají být podávány formou vizuální, jaké akustickou, tedy jaká smyslová modalita bude aplikována,

jakou přesnost a sílu vyžaduje příslušný pohyb prstů ruky při manipulaci s ovladači.

2.4.5 Alfabetická rovina

V alfabetické rovině jde o vytvoření detailní sestavy komunikace. Jsou řešeny otázky volby optimálních prvků komunikace, které zaručí názornost, jednoznačnost a snadnou a rychlou detekci i v krizových situacích. Na této úrovni se rozhoduje o tom:

- jaký způsob zobrazování se zvolí, zda analogový nebo digitální, zda stupnice bude mít rozsahy lineární, kruhové nebo polokruhové,
- jak se znázorní funkční stavy přístroje a jeho subsystémů,
- jakým způsobem budou podávány informace o mimořádných stavech,
- jaké typy sdělovačů a ovladačů mají být zvoleny s ohledem na spolehlivou detekci informací a ovládání,
- kde budou zobrazovací a ovládací prvky umístěny, aby byly dobře viditelné, snadno přístupné, snadno proveditelné se zřetelem na pohybové možnosti operátora nebo z pohledu anatomicko-fyziologického řešení a psychologických aspektů,
- jaká bude velikost a barevné označení zobrazovacích a ovládacích prvků, aby byly snadno interpretovatelné.

3. Člověk a jeho činnosti v MMS

Člověk v systémech *MMS* vykonává různě složité pracovní a řídicí operace. Jejich znalost a popis jsou nezbytným předpokladem pro vytvoření věrného modelu celého systému *MMS*, který umožňuje rozbor kritických míst, odhalí nebezpečné stavy systému nebo chybné činnosti operátora. Znalost činností člověka v systému a způsob jejich provádění je z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti systému *MMS* velmi žádaná záležitost stejně jako znalost komunikace mezi lidským operátorem a strojem.

3.1 Úrovně činností

Činnosti člověka v systémech *MMS* jsou závislé na složitosti konkrétního systému. Lze je třídit do kategorií podle různých hledisek jako například časová náročnost, výkonnostní náročnost nebo složitost. Autorem nejrozsáhlejší a nejpoužívanější klasifikace je profesor J. Rasmussen, který rozdělil činnosti podle kritéria náročnosti a podle toho, jaké funkce organismu člověka jsou zapotřebí pro jejich realizaci [7]. Jedná se o tyto úrovně:

Regulační úroveň, kdy člověk plní roli regulátoru a jeho činnosti jsou regulační zásahy, kterými řídí soustavu tedy stroj. Akčním a výkonným prvkem lidského regulátoru je jeho pohybový aparát. Tato úroveň činností má nejmenší požadavky na zapojení myšlenkových pochodů, člověk vystupuje a chová se jako výkonný člen. Jako příklad těchto činností je například ovládání volantu, sešlápnutí plynového nebo brzdového pedálu u automobilu.

Koordinační úroveň, do které spadají činnosti spojené s ovládáním konkrétního stroje. Člověk musí rozpoznat jednotlivé stavy řízené soustavy, vyhodnotit situaci a zvolit odpovídající činnost tak, aby byl aktuální stav systému ošetřen podle předem daných pravidel, norem nebo postupů. Tyto činnosti se člověk musí nejdříve naučit. Zapojuje

tedy svůj mozek a vytváří si trénovací množinu stavů, ke kterým přiřazuje odpovídající činnosti a způsoby provedení. Při několikanásobném opakování určité situace dochází ke stereotypům a naučeným zvyklostem, nastává fáze, kdy člověk postupně vyřazuje svůj mozek z činnosti. Sledování řízené soustavy a hodnocení situace se stává rutinní záležitostí a opakující se jednoznačné stavy soustavy čili stroje vedou ke zcela automatické volbě a provedení zvolené činnosti. Mozek a jeho myšlenkové pochody nejsou aktivovány, není příčina a požadavek na jejich činnost. Příkladem činností na koordinační úrovni je ovládání automobilu při jízdě v jízdních pruzích, vybočení z jízdního pruhu, sledování dopravního značení a světelných křižovatek.

Kognitivní úroveň, taky nazývaná taktická úroveň činností, do které patří činnosti spojené s rozhodováním, vyhodnocením nenadálých atypických situací nebo stavů systému, pro které ještě není zvolena konkrétní činnosti. Patří sem také činnosti vedoucí k optimalizaci zvoleného kritéria, které je člověkem upřednostněno, náhlá rozhodnutí jako reakce na neočekávanou situaci, kterou člověk musí řešit a která závisí na jeho zkušenostech, dovednostech a schopnostech. Na této úrovni činností dochází k aktivaci lidského mozku, člověk zapojuje do řízení systému nebo stroje svoje myšlení. Lidský regulátor a jeho myšlenkové postupy jsou naprosto originální a jedinečné. Popis a následná tvorba modelu chování člověka na této úrovni je proto velmi obtížná. Modely zahrnující chování člověka se nazývají kognitivní modely a vycházejí z teorie neuronových sítí.

3.2 Druhy řídicích činností

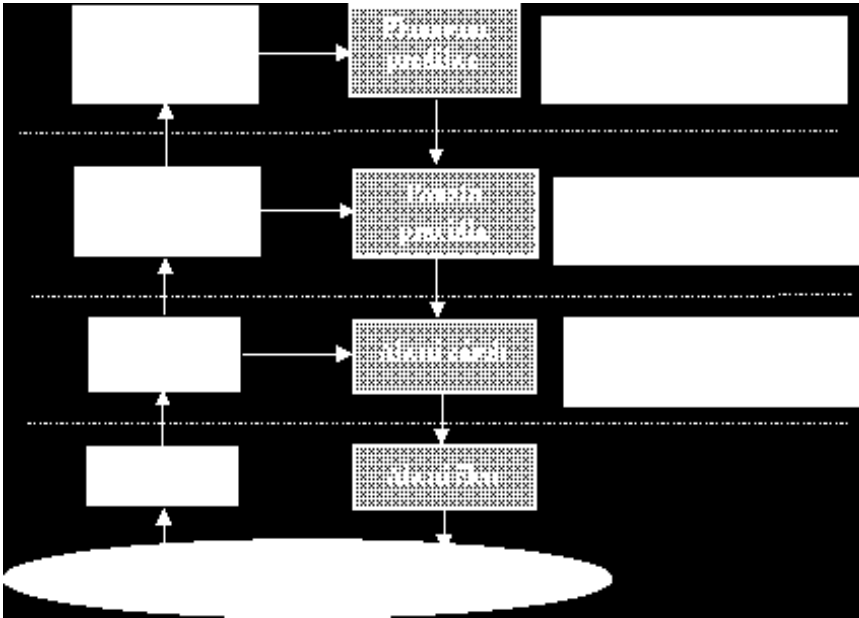
Systémy *MMS* se řadí svoji podstatou mezi kybernetické systémy složené z řízeného prvku, kterým je ovládaný stroj a z řídicího prvku tedy z lidského regulátoru. Z pohledu teorie řízení a regulace lze druhy regulačních zásahů člověka v systémech *MMS* rozdělit do tří základních kategorií uvedených níže [7]. Konkrétní příklady řízení a druhy regulačních zásahů jsou ukázány na nejrozšířenějším a nejznámějším systému *MMS*, kterým je *člověk - vozidlo*. Jedná se o dynamický systém *MMS*, který je charakteristický časovým vývojem a změnami stavu v závislosti na čase.

Přímé a zpětnovazební řízení, které představuje nejnižší úroveň řízení v systémech *MMS*, je založené na naučených stereotypech jako je rozjezd vozidla, udržování vozidla ve středu jízdního pruhu, udržování požadované rychlosti nebo zastavení vozidla, uvedené činnosti řidič provádí automaticky a podvědomě, regulátorem je pohybový aparát člověka.

Řízení založené na pravidlech nastává jakmile se vozidlo dostane do interakce s jinými vozidly, kdy je nutné provádět složitější činnosti jako je projíždění křižovatek, předjíždění nebo odbočování. Řidič koordinuje svoje činnosti podle dopravních předpisů a současně také využívá naučené dovednosti. Řidič provádí rozhodování, která lze zapsat ve formě logických implikací: jestliže nastane *situace*, pak je vykonána *akce*. Rozpoznává a vyhodnocuje okamžitou situaci a na základě provedené analýzy stavu dává příslušné pokyny v podobě žádaných hodnot pro regulační smyčky na nejnižší úrovni.

Řízení založené na znalostech představuje nejvyšší úroveň řízení. Do této kategorie je možné zařadit činnosti, kdy řidič uvažuje o strategii své cesty a vychází přitom ze svých znalostí (místopis, stav komunikace atd.) nebo provádí predikci a vyhodnocování dopravních situací. Podle výsledku vyhodnocení různých variant a na základě svých cílů volí řidič optimální variantu a plánuje svoji budoucí činnost. Tato vyhodnocování probíhají ve většině případů podle dat, která jsou zatížena značnou nejistotou. Jedná se o rozhodování v podmínkách neurčitosti, ale s využitím předchozích zkušeností.

Uvedené rozdělení činností operátora v systému *MMS*, druhy regulačních zásahů, jejich vzájemný vztah jsou znázorněny na obr. 1 a slouží jako základ pro vytváření modelu daného systému. Cílem optimálního řízení dynamického systému je minimální ztráta energie, hmoty a informace.



Obr. 1: Úrovně řízení v systémech MMS [7]

Závěr

Lidský operátor je v systémech *MMS* nepostradatelný. Dosud se nepodařilo sestavit zcela univerzální a autonomní regulátor, který by přebíral řízení systému v celém rozsahu a ve stejné kvalitě. Nedaří se člověka zcela nahradit ani při řízení méně složitých strojů. Problém spočívá ve složitosti fyziologické podstaty lidského mozku. To, co odlišuje lidského operátora od neživého umělého regulátoru, je jeho myšlení. Jedná se o zcela specifickou vlastnost člověka, kterou nelze odstranit nebo vyloučit. Lze ji jen eliminovat a to jak v kladném, tak záporném smyslu.

Nutným předpokladem pro dosažení rovnováhy mezi výkonovou kapacitou člověka a vlastnostmi pracovních systémů, strojů a technologických systémů, jakož i jejich kontrolou a řízením a regulací, je optimalizace lidských činností v systémech *MMS*. Touto problematikou se zabývá ergonomie jako mezioborová disciplína, jejíž současné poznatky umožňují projektování a realizaci v systémech *člověk – stroj – pracovní prostředí* v souladu s požadavky ochrany zdraví a bezpečnosti.

Použitá literatura

- [1] VYSOKÝ, P., VYSOKÝ, O.: Trendy v řízení automobilových systémů, *Automatizace*, roč. 2006, č. 4, s. 252-256. ISSN: 0005-125.
- [2] CARD, S., MORAN, T. & NEWELL, A.: *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale (1983), Erlbaum.
- [3] HELD, J., KRUEGER, H.: Ein Mensch-Maschine System zur Analyse von Mensch-Maschine Interaktionen. In L. Deitmer und F. Eicker (Hrsg.) (2000), *Schriftenreihe Berufliche Bildung*, Bremen: Donat. S.263-279.
- [4] HELD, J., KRUEGER, H.: Das FIT- System: Ein mobiles, computergestütztes Verfahren zur Erfassung beobachtbarer Ereignisse in der Arbeitsanalyse, *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie* (1997), 426-436.
- [5] JURGENSOHN, T., NIESEN, C.: Bedienermodellierung: Beispiele. In K.-P. Timpe, T. Jürgensohn, H. Kolrep (Hrsg.), *Mensch Maschine System-technik. Konzepte, Modellierung, Gestaltung, Evaluation* (S. 149-177). Düsseldorf: Symposium.

[6] COOPER, R. P.: *Modelling High-Level Cognitive Processes*. Mahwah, NJ: Lawrence (2002), Erlbaum.

[7] RASMUSSEN, J.: *Information Processing and Human-machine Interaction. An Approach to Cognitive Engineering*, New York: North-Holland, 1985.

Poznámky

Syntaxe - skladba

Lexikální - slovní, týkající se slovní zásoby

Sémantický - významový

Alfabetický - uspořádaný do sestavy

Autor článku:

Ing. Marie Havlíková, Ph.D.