

ZDOKONALENIE ŠKOLENIA VO ZVÁRANÍ INTEGRÁCIOU NOVÝCH TECHNOLOGIÍ

L. Da Dalto ^{*}, Ferenc Benus Jr ^{**}, and O. Balet ¹ Ľuboš Mráz^{***}

¹ CS SI, 5 rue Brindejone des Moulinais, BP 15872, 31506 Toulouse Cedex 5, FRANCÚZSKO

² MATRAI Welding Ltd, PO Box : 20, H-3272 Visonta, MAĎARSKO

E-mail: laurent.dadalto@c-s.fr

Úvod

Školenie vo zváraní predstavuje v súčasnosti kľúčový proces na riešenie otázky nedostatku pracovných síl, ktorý existuje v tejto oblasti. Toto školenie je bohužiaľ veľmi finančne nákladné. Ťažko sa monitoruje a zvyčajne spočíva na ľudskom faktore, teda ťažko sa zdokonaľuje.

V súčasnosti sa hľadajú nové spôsoby na zrýchlenie procesu, zníženie nákladov a zvýšenie kvality školenia. Frekventant školenia/kurzu tým získa väčšiu flexibilitu.

Predložený príspevok predkladá súčasné riešenia pomocou školiacich simulátorov, ktoré existujú na trhu. V tomto príspevku sa pokúsime zamerať na spôsob, ktorým možno tieto prostriedky integrovať do dennej organizácie školenia. Poukážeme na potenciálne výhody, spätnú väzbu zo strany používateľov (inštruktorov a frekventantov kurzov), rôzne spôsoby využívania v závislosti od rôznych učebných plánov a na koniec akceptovanie alebo odmietnutie systému ako takého.

Na záver sa pokúsime vybrať z toho, čo predstavuje skutočnú potrebu v oblasti školenia vo zváraní v súčasnosti a spôsob zdokonalenia týchto systémov na ich presadenie v budúcnosti.

Školenie zváračov

Zručný zvárač očividne pozná spôsob rozlúštenia informácií zo zvarového kúpeľa na zhotovenie kvalitného zvaru. Frekventant kurzu/školenia pritom nemá predstavu o tom, čo sa od neho očakáva a ako by mal opraviť svoj postup podľa vizuálnych náznakov. Doposiaľ musel sústavnne veľa krát skúšať, pokým nakoniec nedosiahol presnú senzorickú a motorickú zručnosť.

Zručnosť pohybu v kombinácii so sústavným sústredením

Elektrický oblúk sa používa na tavenie materiálov s cieľom ich spojiť. Vytvára sa pritom zvarový kúpeľ. Elektrickú energiu poskytuje zvarací zdroj. Zvárač vopred nastaví dodávku energie na zariadení, prípadne ju upravuje počas zvárania.

Zvárač má na sebe zväčšujúcu kuklu s tmavým sklom, ktorá ho chráni proti intenzívnemu svetlu, ktoré vytvára elektrický oblúk.

Potrebná je tiež ochranný oblek a rukavice na zabránenie popálenia v dôsledku rozstrekú rozptaveného kovu a ohrevu spájaného predmetu.

Počas práce zvárač pozoruje zvarový kúpeľ a upravuje polohu elektródy/horáku alebo nastavuje zväčšujúcu, aby dosiahol správne zváranie v zmysle požiadaviek/predpisov.

Zvárač musí zvládnuť rýchlosť zvárania, dráhu pohybu a vzdialenosť konca elektródy/horáka od zvarovaného predmetu. **Súčasne musí ovládať zvarový kúpeľ a vysvetliť, čo vníma.** Kvalitu svojej práce si môže skontrolovať po očistení zvarovaného predmetu vizuálne alebo prežiarovaním. Chybný zvar možno niekedy opraviť, ale väčšinou sa jeho práca musí zničiť dokonca kvôli jednej chybe. Zruční zvárači sú v

súčasnosti veľmi žiadaní a v priemysle je ich veľký nedostatok.

Náročná, dlhodobá a nákladná výučba

Výučba vo zvaraní je ťažká nielen pre frekventanta kurzu/zvárača, ale aj pre inštruktora. Kukla a rukavice obmedzujú pohyblivosť zvárača v reálnej situácii. Priezorové okienko kukly zmenšuje zorné pole a v kombinácii s elektrickým oblúkom vidí len malú plochu oblasti, kde sa pridáva tekutý kov. Spočiatku zvárač nepozná spôsob analýzy úpravy alebo príčin úpravy zvarového kúpeľa. S týmito obmedzeniami sa musí pokúsiť držať a pohybovať elektródu/horák známym smerom, ale bez navádzania. Navyše ho ruší hluk, teplo a iskrenie. Môže sa obávať popálenia.

Zvárač - začiatočník nemá nijakú predstavu o spôsobe vyhodnocovania rýchlosti meranej v centimetroch za jednu sekundu a spôsobe jej udržania. Rovnako si nevie predstaviť spôsob zachovania niekoľko milimetrovej vzdialenosti elektródy/hubice/horáka od spájaného plechu. Je to oveľa obtiažnejšie, ak nie je pohyb lineárny. Tieto parametre sú neviditeľné. Teda zvárač - začiatočník nevie vnímať vizuálne, audiálne alebo citlivé záchytné body, ktoré navádzajú zručného zvárača a sú nedosiahnuteľné pre začiatočníka. Prenos poznatkov z kinematiky a kinetiky z jednej polohy na druhú (napríklad z polohy kolmej na vodorovnú) je buď čiastočný alebo nemožný. To si vyžaduje ďalší tréning.

Zvárač - začiatočník si vytvára vlastný výklad dobrého pohybu tým, že cvičí pohyby s opakovanou demonštráciou, ktorú mu poskytuje školiteľ. Postupne si musí osvojiť všetky prvky polohovania pre každú situáciu zvarovania. Väščinou potrebuje porovnávať, čo vidí a čo hovorí inštruktor z hľadiska zvaracieho kábla až po obrázky, ktoré si zapamätal o tomto kábli v kurze.

Teda veľa trénuje, pokým mu jeho inštruktor prácu uzná (následnou vizuálnou analýzou alebo radiografiou). Vyžaduje si to týždne a týždne praxe, než sa dostaví úspech. Zničí sa veľké množstvo kovového materiálu. Inštruktori často pociťujú znechutenie a depresiu. Niektorí z nich sa vzdávajú svojho povolania.

Z hľadiska inštruktora je praktická časť školenia vo zvaraní zložitá. Školenie sa zväčša zakladá na jeho vlastnom know-how. V každej pedagogike skúmania sa objavujú určité obmedzenia, ktoré môže vnímať začiatočník a tiež náklady, ktoré obmedzujú pokusy. Inštruktor musí viesť frekventantov k efektívnej práci tým, že im umožní čo najviac **odhaliť**. Hlavným riešením je praktická ukážka. Ak inštruktor pozoruje frekventanta počas zvarovania, nevidí jeho držanie tela (kvôli vlastnej kukle), a ak chce pozorovať jeho postavenie tela, nebude môcť vidieť jeho prácu. Takže táto výučba zaberá veľa času. Pokým sa nedosiahne správny výsledok, inštruktori vykonávajú a prerábajú ich prácu. Míňajú sa plechy a prídavné materiály, ktoré sú veľmi drahé. Keďže je to dlhodobý proces, táto výučba je veľmi drahá. Zníženie nákladov je teda trvalou požiadavkou.

Virtuálna asistencia

Prístup virtuálneho výcviku

Na podporu štúdia sa čoraz častejšie používa technológia virtuálneho výcviku [3], [6], [7]. Ako sa zistilo na základe predchádzajúcich experimentov možno ju účinne využívať na štúdium technických postupov [10], medicíny [12], vojenskej stratégie [11], pracovných zručností [5] alebo akademického významu [8], atď. Avšak vo

všetkých predchádzajúcich experimentoch veľmi málo aplikácií sa dostalo do povedomia verejnosti ako napr. Hubblov projekt [5] a VIVART [2].

Z hľadiska navrhovania virtuálnych prostredí na výcvik predchádzajúce prístupy sa často týkali **idiosynkratických** koncepcií virtuálnej reality (napr. ponáranie, prítomnosť, realizmus) na vytvorenie učebných situácií. Preto sa používali drahé ponorné rozhrania a vyžadovala s fotorealistická vizuálna spätná väzba a spoľahlivé zvuky. Niektoré systémy mali hmatovú spätnú väzbu, aby sa opätovne vytvorili realistické pocity manipulačných nástrojov. Winn tvrdí, že sú potrebné nové odkazy na vedné odbory ako sú napr. biológia poznania [15]. Preto spočíva na skúmaní aktivity, vnímania a poznania [9], ktoré zdôrazňujú úzky vzťah medzi zmyslami ako napr. zrakom a dotykom. S odvolaním sa na prácu neurovedcov Mellet-d'Huart navrhuje „model (ne)činnosti“ na podporu protikladných intuitívnych metód navrhovania virtuálnych prostredí na výučbu. Napr. uvádza, ako koncepcia a zjednodušenie scény môžu sprostredkovať chápanie procesu, ako presné navádzanie môže umožniť realizáciu stelesnených a vrytých činností. Okrem koncepčného rámca odkazov navrhuje mechanizmy, ktoré orientujú navrhovanie virtuálneho prostredia v závislosti od cieľov, charakteristík obsahu výučby a aktivity študenta.

Virtuálny výcvik zvaračov

Z hľadiska virtuálnych prostredí určených na výcvik zvarača existuje v súčasnosti viacero navrhnutých riešení na trhu. Väčšina z nich je zatiaľ vo forme prototypov alebo ich používatelia odmietli. Prvým predávaným produktom v tejto oblasti je simulátor zvarovania LENCO asi od roku 1990. Toto základné riešenie navrhuje limitovaný obraz a používanie realistických nástrojov. Limitovaná bola tiež analýza pohybu. Tento prvý výrobok rozširoval informovanosť odborníkov a naznačoval cestu budúcich výrobkov.



Obr. 1: Simulátor zvarovania LENCO™

Nadviazanie kontaktu bolo skoro rovnaké: pokus o poskytnutie realistického prostredia, v ktorom môže používateľ praktikovať zvarovanie a riadiť svoj pohyb s poskytnutím spätnej väzby v reálnom čase a následnej analýzy.

Väčšiu časť školiaceho systému možno spájať so „simulátormi zvarovania“ v tom zmysle, že simulujú zvaračskú prácu a situáciu. Väčšinu z nich navrhli spoločnosti IT v spolupráci školicimi zvaračskými spoločnosťami (buď miestne ANB alebo priemyselná spoločnosť, ktoré majú vlastné školiace stredisko alebo tím výskumných pracovníkov).

Teraz opíšeme detailne niektoré z týchto systémov.

Simulátory virtuálneho zvarovania

Najprogressívnejším systémom v tejto oblasti je simulátor, ktorý vyvinula firma VrSim (USA) a distribuuje ho firma Lincoln Electric. Nazýva sa SimWelder [14]. Tento systém bol navrhnutý v spolupráci s námorným vojskom USA a v súčasnosti sa využíva vo výcvikových strediskách v USA a v Austrálii.

Systém pracuje s reálnymi zvarovacími nástrojmi a používateľ má **ponorný** obraz virtuálneho prostredia vo svojej kukle. Teda, ak má na sebe túto kuklu a drží nástroj môže kompletne prežívať simuláciu reálneho zvarovania. Výsledok zvarovania možno následne zobrazíť na samostatnej obrazovke a inštruktor ho môže analyzovať ihneď po ukončení simulácie.



Obr. 2: Simulátor SimWelder™

Ešte progresívnejšie riešenie navrhla spoločnosť 123Certification a nazvala ho ARC+ [1]. Táto prenosná jednotka obsahuje rôzne procesy a poskytuje realistickú simuláciu zvarovania. Zvarač, ktorý pracuje s jednotkou SimWelder má na sebe kuklu a dosiahne úplný **ponorný** obraz. Kvalita analýzy spolu s kvalitou simulácie umožní odborný výcvik skoro akejkolvek situácie. Tento systém nie je doposiaľ využívaný priemyselne, i keď predstavuje sľubné riešenie odborného výcviku vo zvaraní.



Obr. 3: Simulátor ARC+™

Vyvinuli sa aj viaceré ďalšie systémy, napr. RVSold [13] v Španielsku, systém výcviku vo zvaraní od firmy FRONIUS v Rakúsku, simulátor zvarovania z Inštitútu

Patona na Ukrajine, atď.

Všetky tieto systémy sú veľmi limitované z hľadiska analýzy výsledkov a kontroly frekventantov. Navyše, ak je dokonca prvá spätná väzba inštruktorov pozitívna, ťažko možno dosiahnuť dennú integráciu tohto vysoko technického systému v procese výcviku. Viaceré priemyselné spoločnosti sa podieľali na výskume a vývoji týchto virtuálnych simulátorov [4]. Napríklad firma TOYOTA sa pokúsila navrhnuť simulátor zvárania, aby ním vybavila svoje podniky na celom svete a aby následne mohla vyhodnocovať svojich zváračov zo svojho hlavného sídla v Japonsku. V súčasnosti ustúpili od tohto projektu.

Nový prístup: CS WAVE

V roku 2001 sa Francúzsky inštitút odborného výcviku rozhodol vyvinúť novú koncepciu. Myšlienkou CS WAVE je získať zručnosť pohybu pre výcvik zvárania. **Pri odstránení** všetkých odborných poznatkov (nastavenie stroja, fyzika zvárania, atď.) tento systém musí predstavovať pedagogický nástroj, ktorý pomôže inštruktorovi a zrýchli chápanie frekventanta. Navrhuje progresívne učenie všetkých pohyblivých parametrov zvárania a musí sa integrovať do dennej organizácie.

Od roku 2003 sa tento výrobok predáva na celom svete. Je to doposiaľ najvyužívanejšie zariadenie s využitím virtuálnej reality. Za svoj úspech vďaka kombinovanej práci psychológov, inštruktorov a expertov IT.

Pedagogická charakteristika

Frekventant kurzu/zvárač v pracovnom prostredí cvičí svoje pocity, zvyšuje zručnosť pri parametroch, ktoré sa týkajú polohy a pohybu elektródy/hubice/držiaka. Požadované držanie tela sa stále sníma na videu, pokým sa pripravuje na prácu pred spustením CS WAVE.

Výučba je zameraná na pochopenie a kontrolu parametrov pohybu prostredníctvom progresívneho prístupu postupného zdokonalenia každého parametra a ich následného vzájomného zosúladenia. Proces zvárania sa ukáže frekventantovi vo forme tabuľky, ktorá zobrazí jeho celkový vývoj a jeho stav na základe výsledkov, ktoré dosiahol.

Získanie vedomostí a stotožnenie sa zvárača je možné jednak na základe spätnej väzby v reálnom čase počas simulovaného zvárania a jednak na základe následnej analýzy výsledkov prostredníctvom ich grafického znázornenia. Inštruktor môže sledovať aktivitu každého frekventanta v reálnom čase alebo následne. Kedykoľvek je na žiadosť frekventanta alebo inštruktora možná konzultácia.

Technické charakteristiky

Zváračský dielenský stôl

Zváračský dielenský stôl predstavuje prenosná obrazovka TFT, ktorá sa automaticky napolohuje podľa výšky užívateľa a cvičenia, ktoré treba vykonať. Je ovládaný zabudovaným počítačom s portom Ethernet a rozhraním, ktorým je zvárací horák alebo držiak elektródy.



Obr. 4: Zváracské dielenské stoly

Zvárací horák alebo držiak elektródy sú jediné nástroje, ktoré má zvárač k dispozícii na vzájomnú reakciu s dielenským stolom. Sú to reálne nástroje zvárača a v ďalšom texte tohto príspevku ich budeme nazývať „**zvárací nástroj**“.

Zvárač sa musí identifikovať na dielenskom stole, aby vykonal cvičenie. Prostredníctvom súboru viacerých stránok si môže zvoliť cvičenie, ktoré bude vykonávať. V závislosti od výberu sa obrazovka preplohuje na jeho výšku. Súčasne sa server CS WAVE a mimochodom aj riadiace strediská informujú, že sa frekventant chystá vykonať cvičenie.



Obr. 5: Výber cvičenia

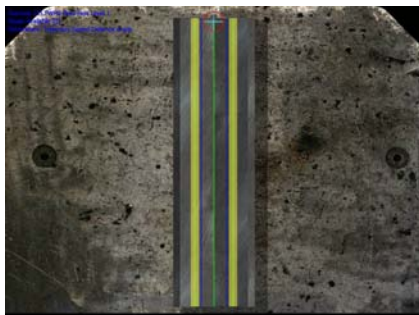
Posúdenie zručnosti

Každé cvičenie spočíva na vopred definovaných parametroch, ktoré sa monitorujú počas cvičenia na posúdenie výkonu frekventanta/zvárača. Môže to byť rýchlosť, vzdialenosť **zváracieho nástroja** od oceľového plechu, uhly alebo komplexné dráhy, ktoré má nasledovať. Zručnosť sa posudzuje pri zohľadnení zvolenej úrovne obtiažnosti, ktorá definuje toleranciu chýb pre každý parameter.

Cvičenie

Frekventant/zvárač si nastaví polohu **zváracieho nástroja** (elektróda/horák), ktorý je umiestnený na začiatku zváracieho kábla. Súbor vizuálnych indikátorov označuje ideálny vznik kábla. Počas cvičenia je zvárací kábel znázornený v trojrozmernom

prevedení a znie realistický zvuk.



Obr. 6: Cvičenia

Pre každý parameter cvičenia sa znázorní vizuálny pomocník (ak je aktivovaný) v zelenej farbe (alebo sa stratí), keď frekventant/zvárač sa nachádza v oblasti tolerancie príslušného parametra. Zmení sa na ružovú farbu, ak sa frekventant/zvárač blíži k medzným hraniciam a sčervená, ak sa frekventant/zvárač nachádza mimo medzných hraníc.

Výsledky

Na konci cvičenia systém poskytne grafické znázornenie výkonu frekventanta/zvárača. Prvou informáciou je úroveň úspechu cvičenia. Ak je pozitívna, frekventant/zvárač môže automaticky potvrdiť úroveň príslušajúcu cvičeniu.

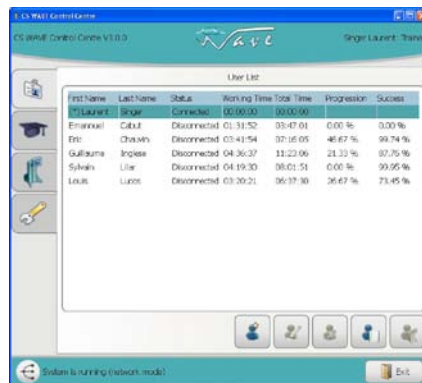
Následne sa sprístupnia podrobné výsledky v tvare grafov pozdĺž zvaru pre každý monitorovaný parameter. Analýza týchto grafov zvyčajne za asistencie inštruktora umožní frekventantovi lepšie pochopenie svojich chýb a stanovenie spôsobu zlepšenia pri ďalšom pokuse.



Obr. 7: Výsledky

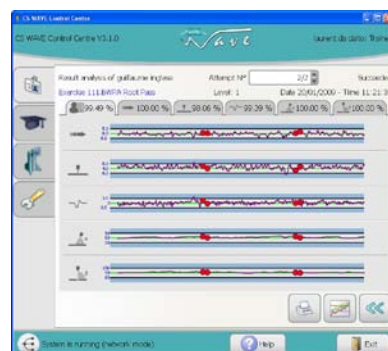
Riadiace stredisko

Riadiacim strediskom je softvér, ktorý používajú inštruktori na diaľkové definovanie, monitorovanie a kontrolu cvičení. Môže ho tiež použiť administrátor systému na vytvorenie a spravovanie profilov používateľov pre inštruktorov a frekventantov. Navyše môže konzultovať ich štatistiku a pokrok pomocou nástroja riadiaceho strediska.



Obr. 8: Rozhranie riadiaceho strediska

Riadiace strediská možno inštalovať buď vo vnútri (miestna oblasťná sieť) alebo zvonku (široká oblasťná sieť) školiaceho strediska, aby sa umožnila diaľková expertíza a monitorovanie činnosti frekventantov zo vzdialených miest. Tento modul je hlavným nástrojom pre inštruktora na sledovanie a riadenie pokroku svojich frekventantov.



Obr. 9. Vyhľadávanie výsledkov praktikanta

Výhody a skúsenosti s používaním CS WAVE v Maďarsku

Firma MATRAI Welding Technique and Vocational Training Ltd. z Maďarska bola jednou z prvých školiacich organizácií, ktorá používa CS WAVE na svoj praktický výcvik.

V Maďarsku existujú dva druhy súčasných systémov výcviku zvarovania. Jeden z nich je v rámci vnútroštátneho systému vzdelávania a druhý je mimo neho. Obidva majú stavebnicovú/modulovú štruktúru.

V priebehu výcviku zvarovania v rámci vnútroštátneho systému vzdelávania môžu frekventanti získať vedomosti a zručnosť v oblasti štyroch spôsobov zvarovania a môžu získať osvedčenie zvarača v priebehu dvoch rokov.

V mimoštátnom systéme vzdelávania zúčastnené osoby nie sú v právnom vzťahu

voči školiacej organizácii ako študenti, ale môžu si zvoliť kvalifikáciu zvárača alebo niektorú zo štyroch nižších kvalifikácií.

V roku 2007 sa v Maďarsku zaviedol nový NQR (Národný register kvalifikácií). Spočíva na stavebnicovej štruktúre. V prípade kvalifikácie zvárača sa študijný program skladá z vopred definovaných prepojitelných učebných lekcií a účastníkom umožňuje čiastočné zdokonalenie poznatkov potrebných na dosiahnutie výstupných požiadaviek školiaceho kurzu. Poskytuje prechod medzi profesiami a prispôsobuje sa rozdielnym úrovňam vedomostí a základným skúsenostiam zúčastnených dospelých osôb.

Po zavedení nového školiaceho programu sme s ľútosťou zistili, že školenie nie je zamerané na cieľ a principiálne nespĺňa potreby trhu, lebo vzdelanie, ktoré účastníci získavajú, nie je v dostatočnom súlade s európskymi a medzinárodnými normami. Súčasné požiadavky na profesiu a skúšanie nespĺňajú dynamický vývoj v oblasti zvárania, ktorý zaznamenávame v súčasnosti v Európe. Len 300-400 študentov sa vzdeláva v rámci vnútroštátneho systému vzdelávania, ale na rôznych zváračských kurzoch NQR sú tisícky účastníkov.

Zdá sa, že riešením tohto problému je kombinácia cielenej virtuálnej metódy výcviku zvárania a dlhoročného modulového školenia, ktorý vyvinula a zaviedla Medzinárodná autorizačná rada (IAB) Európskej zváračskej federácie a Medzinárodný zváračský inštitút (IIW). Táto kombinácia školení kladie čoraz väčší dôraz na praktické znalosti a zručnosť a podrobnejšie ich opisuje. Naša zváračská organizácia postavila svoj program vzdelávania na učebných plánoch, ktoré dlhodobo odporúča IAB.

CS WAVE sa do školenia zváračov v Maďarsku zaviedol v roku 2005 ako súčasť vedecko-výskumného projektu Národnej vedeckovýskumnej organizácie. Zavedením CS WAVE sa dosiahlo stále zdokonaľovanie praktického charakteru školiacich programov. V súčasnosti existuje ciele školenie zváračov pomocou CS WAVE v 15 organizáciách.

Využívanie CS WAVE pomáha študentom rozvíjať kontrolu zváracích pohybov v počiatočnej fáze praktického výcviku, ktorá im neskôr ľahšie pomôže zdokonaľiť správne zváracie polohy a pohyby tela v reálnej praxi. Využívanie CS WAVE významne vplýva na efektívnosť školenia zváračov, lebo používanie zariadenia pomáha študentom zdokonaľovať potrebnú zváračskú zručnosť, pohyby, koncentráciu od zahájenia školiacich kurzov, než začnú zvärať v skutočnosti. Kontrola pohybu má zásadný význam v počiatočnom štádiu školiacich kurzov. Pomocou CS WAVE sa zdokonalená kontrola pohybu spojí so stálou koncentráciou. Pomôže to študentom na ich budúcich pracovných miestach, lebo môžu získať zručnosť, ktorá bola doposiaľ typická len pre zváračov s praktickými skúsenosťami.

Zistili sme, že rozumným využívaním CS WAVE od roku 2006 možno znížiť spotrebu materiálu o 30 až 40 % bez akéhokoľvek zníženia kvality a bez zmeny času výcviku (čo predstavuje ďalšiu možnosť zníženia nákladov na výcvik). Hoci toto zariadenie nenahrádza skutočnú zváračskú prax, napomáha predovšetkým zdokonaľiť presnejšie, efektívnejšie, bezúrazové praktické poznatky. Prednosťou CS WAVE je, že je schopné zobrazit' veľký rozsah zváracích polôh a tiež poskytuje neobmedzenú príležitosť pre školiteľov vytvárať osobné variácie cvičení pre svojich študentov. Takto sa CS WAVE stalo nevyhnutnou súčasťou našich praktických výcvikov. Z našich skúseností a postrehov vyplýva, že v tých školiacich organizáciách, ktoré využívajú CS WAVE, je oveľa lepšia kontrola pohybu a koncentrácia študentov v porovnaní s výsledkami študentov z predchádzajúcich zváračských kurzov a títo študenti sú oveľa efektívnejší ako študenti, ktorí boli školení len pomocou tradičných

školiacich metód.

Záver

V tomto príspevku sme predstavili možnosti výcviku zváračov pomocou virtuálneho prostredia. V súčasnosti je výcvik zváračov reálnym zásadným problémom a jasne na neho upozorňujú všetky vlády. Niekoľko miliárd dolárov sa na neho poskytne v USA, o niečo viac v Európe, atď. Aby sme sa s týmto problémom vyrovnali, je tu potreba nájsť rýchlejšie a menej finančne nákladné nové spôsoby výcviku. Musí to byť pomocou aplikácií virtuálnej reality. Vyžaduje sa avšak primerané využívanie a integrácia tejto novej technológie, aby sme zabránili odmietaniu takéhoto nového nástroja zo strany školiťelov a frekventantov/zváračov.

Väčšina predchádzajúcich produktov a väčšina terajších prototypov je priveľmi orientovaná na simuláciu skutočného zváračského cvičenia.

CS WAVE vďaka úzkej spolupráci školiťelov, zváračov a odborníkov IT poskytuje riešenie, ktoré, ako sa zdá, ľahko akceptuje populácia. Vyplýva to z rozsiahleho rozmiestnenia tohto produktu z celosvetového hľadiska a z perspektívy lepšej predstavy o školení v oblasti zvárania a o odbore zváranie vo všeobecnosti.

Literatúra

- [1] "ARC+ Welding Simulator" by 123Certification - <http://www.123arc.com>
- [1][2] D. Cruz, M., Cobb, S., Eastgate, R., Kerr, S., Patel, H. and Wilson, J. 2005. Case studies in the/she application of virtual environments for education and training. RICHIR S. & TARAVEL B. EDS. Proceedings VRIC'05 : 85 to 94.
- [1][3] Fast, K., Gifford, T., and Yancey, R. 2004. Virtual training for welding. Proceedings of the third IEEE and ACM International symposium on mixed and augmented reality (ISMAR 2004).
- [1][4] Hashimoto, N., Kato, H., and Ikehara, R. 2005. MR training system for manual arc welding using stereoscopic HMD and multi markers. Proceedings of the eleventh international conference on Virtual Systems and MultiMedia: Virtual reality at work in the 21st century : 563 to 571.
- [1][5] Loftin, R. B., and Kenney, P. J. 1995. Training the Hubble Space Telescope Flight Team. IEEE Computer graphics and applications Vol 15, n° 5 : 31 to 37.
- [1][6] Lourdeaux, D., Mellet-d'Huart, D., and Burkhardt, J.-M. 2003. Potentialities of virtual reality for pedagogical assistance. Virtual concept 03, 2003.
- [1][7] Mantovani, F. 2001. VR learning: Potential and Challenge for the Use of 3D Environments in Education and Training. Riva G., Galimberti Eds. Toward CyberPsychology: Mind Cognition and Society in the Internet Age. IOS Press.
- [1][8] Moshell, M., Hugues, C., and Loftin, B. 2002. Virtual reality as a tool for academic learning. STANNEY K. Ed. Handbook of Virtual Environments. Lawrence Erlbaum Associates.
- [1][9] Noe, A., and O'rean, K. 2000. Perception attention and the grand illusion. Attentional Blindness. Psyche 6(15) October 2000. Arien Mack's & Irvin Rock's Book.
- [1][10] Rickel, J., and Johnson ,W. L. 2000. Task-oriented Collaboration with Embodied Agents in Virtual Worlds In Embodied Conversational Agents. MIT Press.

Formázott: Felsorolás és számozás

- | ~~[1]~~[11] Rickel, J. W., Marsella, S., Gratch, J., Hill, R., Traum, D., and Swartout, W. 2002. Toward a New Generation of Virtual Humans for Interactive Experiences. IEEE Intelligent Systems July/August 2002.
- | ~~[1]~~[12] Riva, G. 2003. Applications of virtual environments in medicine. Methods Inf Med 5/2003.
- | [13] RV Sold by SimFor and CESOL –
<http://www.simfor.es/en/products/product.php?p=8>
- | ~~[1]~~[14] "SimWelder" by VRSIM - <http://www.simwelder.com>.
- | ~~[1]~~[15] Winn, W. 2002. What can students learn in virtual environments that they cannot learn in class? First International Symposium Open Education.

Formázott: Felsorolás és számozás

Tento príspevok bol preložený a upravený v rámci projektu „VIRTWELD“