



SIMULATORI VIRTUALNE REALNOSTI U ZAVARIVANJU

Marijan Rudan, dipl.ing.
«OPTIMUS» d.o.o.,
52212 Fažana, Valbandon 606
Tel: 098/219 533
Fax: 052/ 520 813
E-mail: optimus@inet.hr

Tomislav Tucman, dipl.ing.
«Eurotehnika» d.o.o.,
10000 Zagreb, Majstorska 11
Tel: 01/2404 356
Fax: 01/2404 359
E-mail: ttucman@eurotehnika.hr

Sažetak: *U radu su opisani osnovni principi stvaranja virtualne realnosti i primjena tih principa u obuci zavarivača, primjenom simulatora. Navedena su glavna obilježja simulatora te osnovni načini primjene i mogućnosti.*

Ključne riječi: Virtualna realnost, simulatori, zavarivanje, obuka

1. Uvod

U stvarnom svijetu ljudi primaju i šalju informacije u 3D prostoru. Konverzacija, relativni položaj tijela i objekata, kao i geste u 3D prostoru, nose veliku količinu informacija koje mi jednostavno razumijemo i povezujemo u određeni događaj.

S napretkom računarske tehnologije, logično je da svijet računala pokušava oponašati stvarni svijet. Dok grafička korisnička sučelja omogućuju korisnicima računala pristup informacijama pomoću tzv. ikona, virtualni svijet omogućava pristup informacijama imitirajući 3D prostor koji postoji u stvarnom svijetu. Ovu imitaciju stvarnog prostora nazivamo virtualni prostor ili virtualna realnost, jer na određeni način vidimo nešto što je virtualno, znači generirano računalom i odgovarajućim haptičkim sučeljem i u stvarnosti fizički ne postoji.

Virtualna realnost nam je vrlo bliska u normalnoj svakodnevnicu, svi smo bar čuli za njenu primjenu. Ona se koristi već godinama kod računalnih video igara, a tehnologija se je pokazala naročito korisnom u sustavima obrazovanja. Već godinama:

- Piloti uvježbavaju postupke i situacije, te „odrađuju“ satove letenja na virtualnim simulatorima leta, vojnim i civilnim zrakoplovima



Sl.1 Primjer simulacije „susreta“ s vojnim avionom pri slijetanju u Pulu

- Liječnici uvježbavaju komplicirane operativne zahvate na virtualnim simulatorima
- U auto školama se prije kretanja na cestu uvježbavaju postupci vožnje koristeći simulator
- Pomorski kapetani uvježbavaju ulazak i pristajanje u sve svjetske luke na virtualnim simulatorima, i.t.d.

2. Virtualna realnost i zavarivanje

Slični razlozi koji su doveli do primjene virtualne realnosti u ranije navedenim primjerima, polako ulaze i u zavarivanje.

Poznato je da je mnogo sati vježbanja potrebno da bi zavarivač mogao postići potrebne motoričke vještine za izvođenje zahtjevnih zavarenih spojeva. Iskustvo pokazuje da je potrebno više od 100 sati praktičnog rada kako bi zavarivač uopće počeo dolaziti do nekakvih upotrebljivih rezultata. Za vrijeme tog učenja, zavarivač će potrošiti znatnu količinu metalnih ploča, žice za zavarivanje (ili elektroda), zaštitnog plina, električne energije. Pri tome će se vježbe odvijati u uvjetima gorenja el. luka, dimom zagađene atmosfere, intenzivnog svjetlosnog, UV i toplinskog zračenja, od kojih se treba odgovarajuće i zaštititi. Obuku u ovakvim uvjetima nije moguće realizirati ni bez posebnog nadzora kvalificirane osobe (instruktora).



Sl.2 Tipično zavarivačko okruženje

Prosječni utrošak osnovnog i dodatnog materijala, zaštitnog plina i el. energije za obuku jednog zavarivača MIG/MAG postupkom, prikazan je u donjoj tablici:

Osnovni materijal (ploče raznih stupnjeva pripreme)	1800 kg
Žica za zavarivanje	190kg
Zaštitni plin (CO ₂)	270kg
El. energija	1100kWh

Rješenje koje nudi poboljšanje radnih uvjeta, ekonomičnosti i efikasnosti je svakako učenje u virtualnom svijetu. Ova metoda je najavila svoju prisutnost na tržištu posljednjih godina i zahvaljujući nespornim prednostima zauzima polako svoje mjesto na tržištu.

Analize ušteda koje su proveli različiti proizvođači simulatora za zavarivanje pokazuju i različite rezultate, no smatramo da je 25% sasvim realna vrijednost.

Koristeći brojke iz prethodne tablice, ušteda materijala bi iznosila:

Osnovni materijal (ploče raznih stupnjeva pripreme)	450 kg
Žica za zavarivanje	47,5kg
Zaštitni plin (CO ₂)	67,5kg
El. energija	275kWh

Pri tome se mijenja izgled klasične „škole zavarivanja“ (barem na početku obuke), zbog upotrebene tehnologije sličnije video igri nego školi zavarivanja može postati zanimljivije mladim ljudima.



Sl. 3 Škola zavarivanja budućnosti

2.1 Simulatori virtualne realnosti

Simulatori su visokotehnološki uređaji zasnovani na računalnoj tehnologiji, koji obrađuju informacije na način da zavarivač „vidi“ svoj rad u virtualnom prostoru. Oni snimaju zavarivačeve pokrete unutar zadanog prostora i koristeći svoje baze podataka stvaraju dojam stvarnog rada.

Princip obuke zavarivača je slijedeći:

- Simulator na ekranu prikaže što treba učiniti (uvježbati)
- Zavarivač to pokušava učiniti (pri čemu simulator mjeri uspješnost)
- Zavarivač ponavlja vježbu dok ne bude dovoljno uspješan
- Nakon uspješno provedenih zadanih vježbi može se krenuti u radionu na stvarno zavarivanje



Sl.3 Faze učenja: prikaz, vježbe na simulatoru, zavarivanje

Sami uređaji su vrlo fleksibilni za primjenu i dolaze na tržište kao fiksni (terminal) i prijenosni (za rad na terenu).



Sl. 4 Razni modeli simulatora

Za prikaz virtualne stvarnosti koriste se uglavnom LCD ekrani, ili 3D naočale ugrađene zajedno s displejem ugrađenim u zaštitnu masku, a "virtualno zavarivanje" se vrši na modelima standardnih epruveta za zavarivanje, u položaju zavarivanja koji se uvježbava.



Sl.5 Epruvete za virtualno zavarivanje



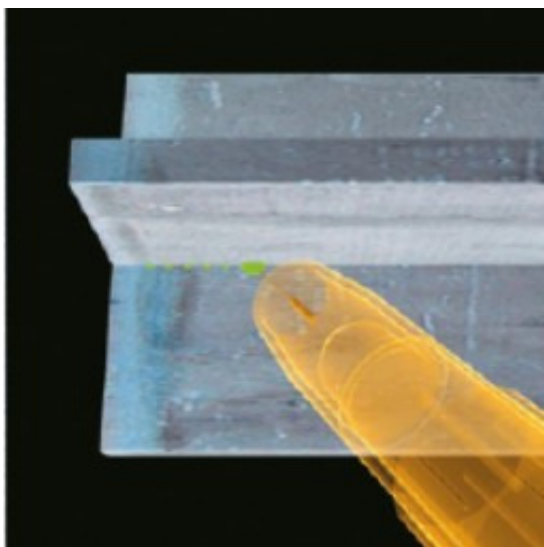
Sl.6 3D maska za virtualno zavarivanje

2.2 početna faza obuke na simulatoru

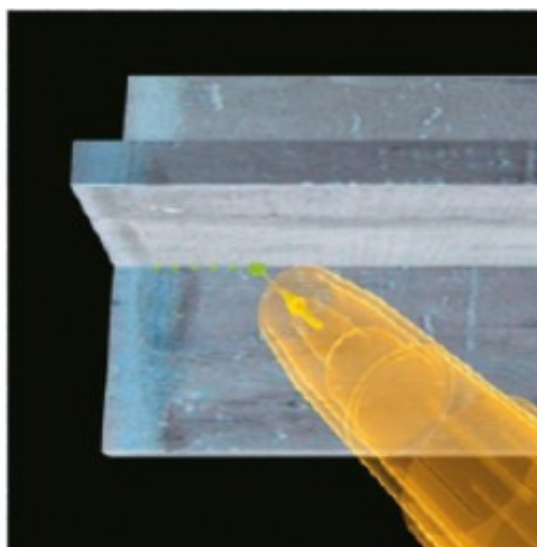
Početna faza obuke na simulatoru obuhvaća vježbe osnovne motorike kod zavarivanja, za što se u realnom načinu obuke troši mnogo vremena i resursa. Najprije se uvježbavaju sljedeće faze:

- Vođenje gorionika i održavanje konstantne i potrebne brzine zavarivanja
- Vođenje gorionika i održavanje potrebne udaljenosti kontaktne vodilice (slobodne dužine žice)
- Vođenje gorionika , održavanje udaljenosti, držanje pravilnog nagiba (kuta) gorionika

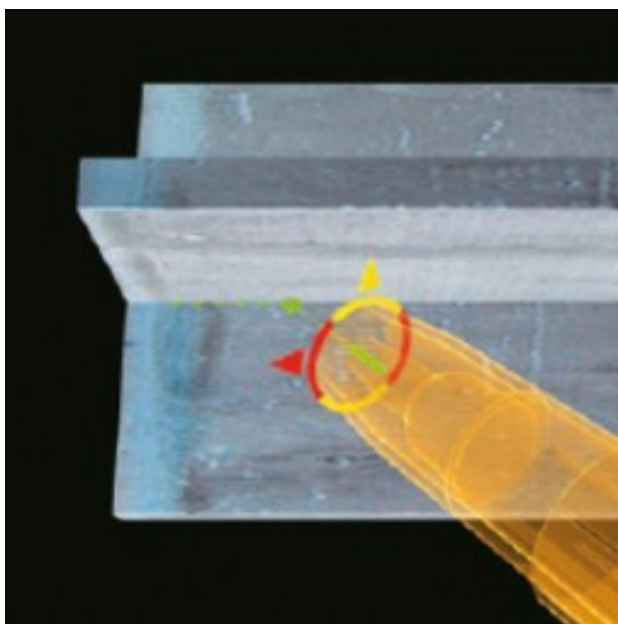
Radi se tako da virtualni instruktor (negdje zvan i "duh") pokaže što treba učiniti, nakon toga to radi zavarivač i dobija povratnu informaciju da li je u okviru zadanih vrijednosti ili izvan njih (crvena/zelena boja). Ova se faza može ponavljati sve dok se motorika ne ujednači u postizanju dobrih rezultata.



Sl.7 Brzina zavarivanja



Sl.8 Održavanje potrebne udaljenosti

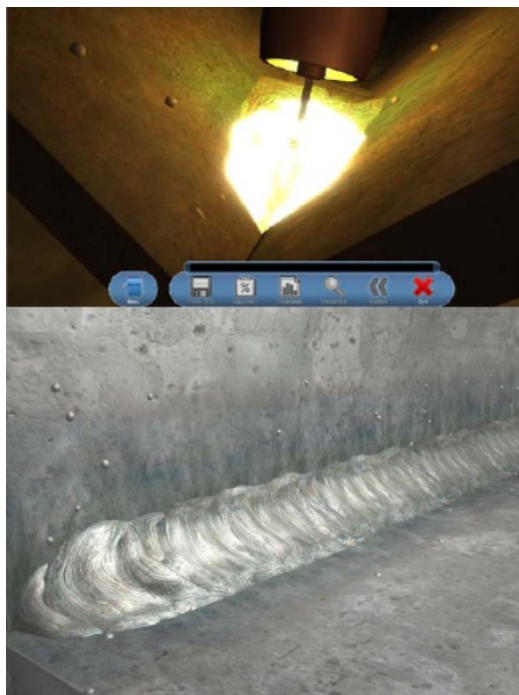
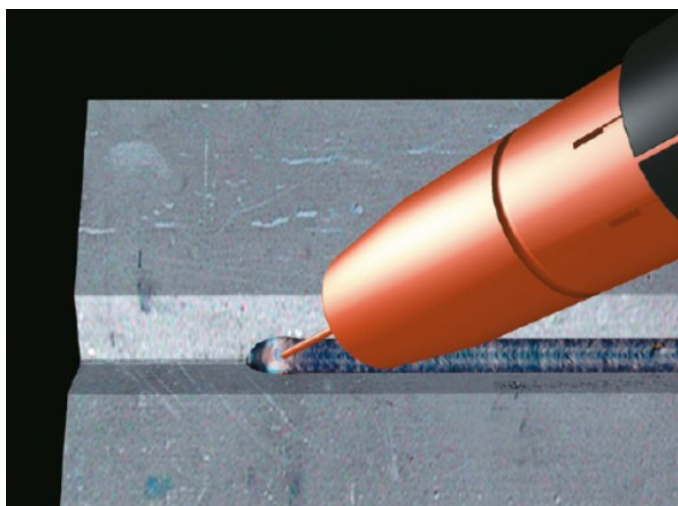


Sl. 9 Održavanje brzine, udaljenosti i nagiba gorionika

2.3 Obuka simulacijom

Nakon postizanja dobrih rezultata u početnoj fazi, prelazi se na obuku simulatorom, koja se također odvija u dvije faze:

- Simulacija zavarivanja s fiksno zadanim (idealnim) parametrima, kod kojih zavarivač vidi realističnu sliku i čuje realistični zvuk zavarivanja

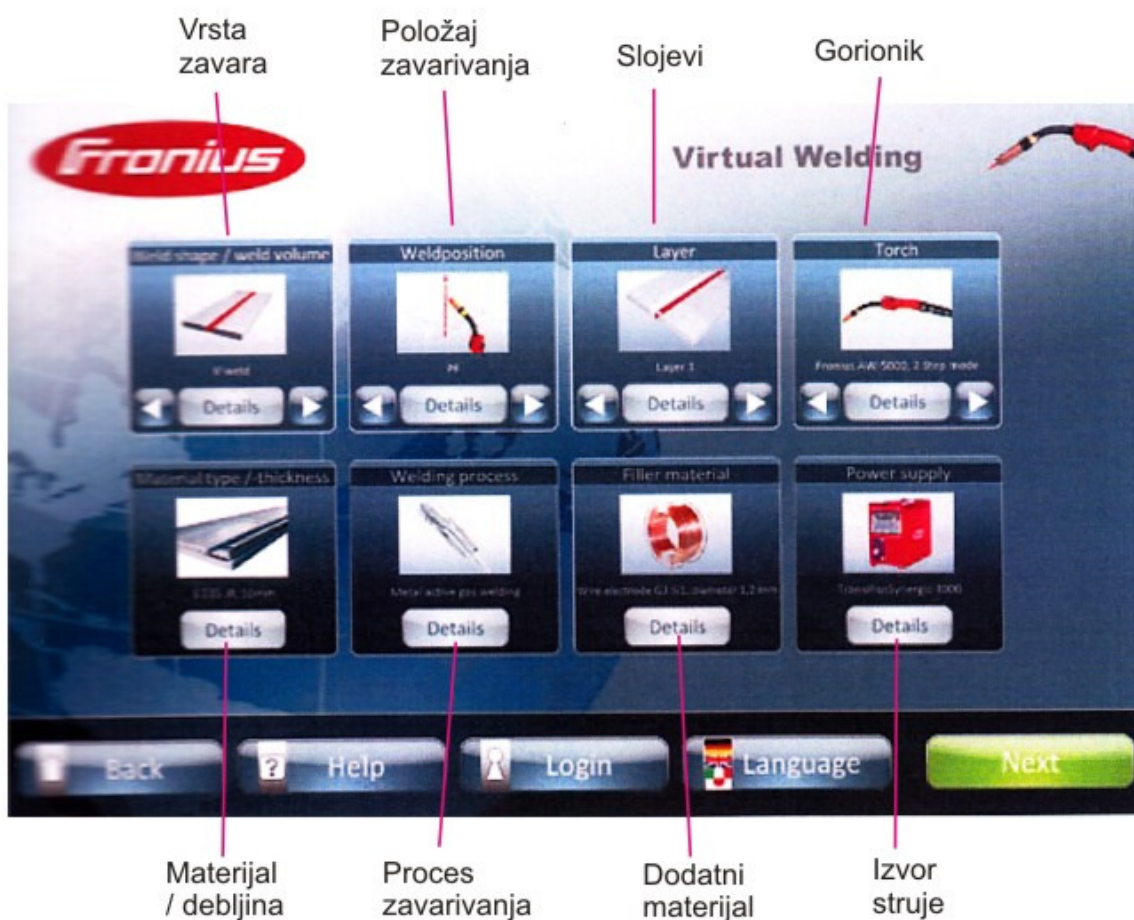


Sl.10 Prikaz simuliranog zavarivanja

- b) Simulacija zavarivanja sa stvarno zadanim parametrima, kad se uvježbavaju specifičnosti rada s kratkim ili štrcajućim lukom. Kod ovog načina rada mogu se uočiti i greške koje se javljaju u radu.
Svaki zavar može pratiti i analiza, tako da se odmah ili na kraju vježbe, za svakog učenika mogu verificirati i postignuti rezultati.

3. Višefunkcionalnost simulatora

Simulatori zavarivanja imaju različite mogućnosti i njihov razvoj svakako gravitira prema mogućnostima obuke zavarivača za najveći broj postupaka i praktičnih zadataka (postupci, materijali, položaji zavarivanja, dodatni materijali, zaštitni plinovi, vanjski utjecaji, itd.) Kako bi se pojednostavio prikaz odabira mogućnosti za konkretno situaciju koja se želi uvježbavati, u početnim fazama pristupa koriste se uglavnom grafički prikazi, koji nam govore što se nalazi iza njihovih simbola.



Sl.11 Tipični pristupni meni na ekranu simulatora

Redoslijed grafičkih simbola (ustvari podmenija) slijedi faze tehnološkog postupka: vrsta zavora (ili njegov volumen), položaj zavarivanja, br. slojeva, vrsta gorionika, materijal i debljina, proces zavarivanja, dodatni materijal i izvor struje.

Ulaskom u podmeni, biraju se specifičnosti za konkretnu primjenu.

Ovakav način je vrlo logičan i po svom izgledu nam je veoma blizak, podsjeća na raspored menija kod modernih mobitela, kojima se služimo bez poteškoća.

Postoje i drugi pristupi ovoj temi koji zavise uglavnom od okoline iz koje autori dolaze, te kako autori grafičkog okruženja vide mogućnost najbolje komunikacije s okolinom.

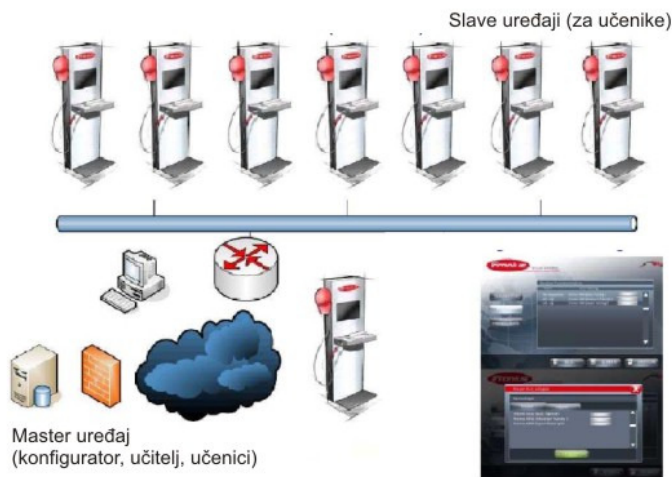


Sl.12 Drugi način prikaza pristupnog menija

3.1 Umrežavanje simulatora

Jedna od najvažnijih mogućnosti modernih simulatora je svakako njihova mogućnost umrežavanja, preko lokalnih mreža unutar vlastite firme, ili globalno preko Interneta. To svakako daje novu dimenziju poboljšanju obuke kod koje razredi za obuku i simulatori ne moraju biti u istoj prostoriji, gradu ili čak kontinentu, a moguće je tako i:

- Organizirati natjecanja
- Nadopunjavati programske module
- Nadopunjavati scenarije uvježbavanja
- Centralizirati servisne aktivnosti komunikacijom s proizvođačem



Sl.13 Umrežavanje simulatora

6. Zaključak

Simulatori zavarivanja su tek kratko vrijeme na tržištu, no kako se čini imaju velik potencijal za poboljšavanje i ujednačavanje kvalitete obuke zavarivača svih postupaka i razina, te smanjenje troškova obuke, uz značajne ekološke prednosti. U Hrvatskoj su još nepoznati i njihova primjena tek počinje.

Ovaj tekst je pokušaj približavanja ove tematike zavarivačkoj sredini.

Literatura:

1. K. Kobayashi, S.Ishigame, V.Kato: „ Simulator of MMA welding with haptic display“, ICAT2001, Tokyo, Japan (2001)
2. G. Trommer dipl.ing.: „ Arcs and beads in a virtual training world“, Fronius, Austria (2009)
3. C. Choquet: „ ARC+: Teach welders in a virtual environment“, www.123arc.com
4. Prospektni materijali raznih proizvođača simulatora

Zaštita autorskog prava:

Sve fotografije i zaštićeni nazivi korišteni u ovom radu, dobavljeni su iz javno dostupnih izvora i vlasništvo su njihovih autora.