

Interaktivna odjeća - pametno dugme

Prof. dr. sc. **Željko Penava**, dipl. ing.
Izv. prof. dr. sc. **Željko Knezić**, dipl. ing.
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila
Zagreb, Hrvatska
e-mail: zeljko.penava@ttf.unizg.hr
Prispjelo 22. 2. 2020.

UDK 687+677.688.2(621.3)
Stručni rad

U radu su opisana obilježja razvoja pametnog tekstila. Pametni tekstil i pametna odjeća definirani su kao kombinacija tekstilnog materijala i elektroničke tehnologije čija je svrha povećati čovjekovu adaptaciju okolišu. Prikazani su i razvojni zahtjevi koji se postavljaju pametnu odjeću, pređu i tekstilne plošne tvorevine od kojih će se takva odjeća proizvoditi, te su opisani sustavi infrastrukture i povezivanja elektroničkih sklopova unutar odjevnog predmeta. Izneseni su i pravci daljnjeg razvoja te naglašena potreba pretvorbe tekstilne i odjevne industrije u područje visokih tehnologija koristeći karakteristike proizvodnje takve odjeće. Detaljno je opisan projekt pametne odjeće sa široko dostupnim materijalima i elementima projektiran za potrebe Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, koji ima sve osnovne elemente takve odjeće: upravljačku dugmad, procesorsku jedinicu, napajanje i predajnu jedinicu za komunikaciju s PC računalom. Prikazan je i software projektiran za ovu namjenu. Istaknuto je kako se izradom i proizvodnjom pametne odjeće više neće baviti samo odjevni i tekstilni inženjeri nego će morati raditi zajedno sa stručnjacima različitih profila i područja, a sve sa svrhom poticanja hrvatske tekstilne industrije za proizvodnju u području visokih tehnologija.

Ključne riječi: pametni tekstil, pametna odjeća, dugme, elektronika, softver

1. Uvod

Kao što povijest tekstila i odjeće ukazuje na promjene u kulturi i tehnologiji, tako se mijenja i svrha odjeće odnosno odjevnih predmeta. Donedavno je za odjeću bilo bitno pratiti modne trendove, a nakon 20-og stoljeća sve više dolazi do izražaja potreba za multipliciranjem funkcionalnosti odjeće. Tehnološki napredak, posebno u informacijskoj i komu-

nikacijskoj tehnologiji, potpuno je promijenio životni stil i potrebe civiliziranog čovjeka današnjice pa je za očekivati da uloga i funkcija odjeće također doživi velike i radikalne promjene. Jezgra i začetak tih promjena je upravo pametni tekstil. Iz perspektive modernog doba, pametni tekstil se definira kao kombinacija tekstilnog materijala i elektroničke tehnologije čija je svrha povećati čovjekovu adaptaciju okolišu. Već

2000. godine pojavljuju se izrazitije najave i prve konkretizacije takozvane pametne odjeće. Od tada pa do danas proizvode se takvi odjevni predmeti, koji nose privlačan naziv pametna odjeća, a koji se mogu ocijeniti rani početak budućeg razvoja. Ti su odjevni predmeti zadržali konvencionalni izgled, ali je na njih dodano i ugrađeno više minijaturnih elektroničkih uređaja i/ili komponenti koji se već koriste u svako-

dnevnom životu, a nastali su kao posljedica intenzivnog tehnčko-tehnološkog razvoja elektronike, posebno minimiziranjem elektroničkih komponenti [1]. Ovakvim pristupom i promjenama u funkcionalnosti odjevnih predmeta, modni trendovi se više neće stvarati u modnim salonima i ateljeima već će se razvijati u istraživačkim laboratorijima i proizvodnim pogonima. Budući da suvremeni mladi ljudi žele nadmašiti sami sebe, da osjećaju kako mogu učiniti sve, bilo gdje, na poslu, kod kuće ili u kretanju, trebaju im uvijek dostupni prijenosni i osobni (engl. portable and personal) proizvodi visoke tehnologije koji se najuspješnije mogu nositi i koristiti ako su integrirani u odjevni predmet [2]. Nažalost, pametna odjeća je danas tek u svojim počecima primjene i još uvijek vrlo skupa. To joj znatno ograničava područje primjene, ali postoje određene skupine korisnika za koje se može započeti s proizvodnjom takvih odjevnih predmeta i koji su u mogućnosti platiti visoku cijenu za pogodnosti i prednosti koje donosi uporaba takve odjeće.

Ovakve nove smjernice u razvoju tekstila i odjeće, koje zahtijevaju brzu preobrazbu tekstilne i odjevnice proizvodnje u područje visokih tehnologija uvjetuju ponovno oživljavanje proizvodnje odjeće u zemljama Europske unije. Stoga razvijene zemlje u proizvodnji pametne odjeće vide mogućnost novog razvojnog smjera za rast i oživljavanje svojih industrija (elektronike, elektrotehnike, uređaja široke potrošnje, tekstila i odjeće), kao i priliku za otvaranje novih tržišta te porast zaposlenosti [3].

Razvoj pametne odjeće predstavlja i značajnu mogućnost opstanka hrvatske odjevnice i tekstilne industrije. Hrvatska ima velike potencijale za proizvodnju takve vrste odjeće, jer već ima modernu odjevnu industriju, viso-

ku proizvodnu kulturu, znanje i iskustvo, kao i vrlo obrazovanu radnu snagu, jednu od najobrazovanijih u svim tranzicijskim zemljama ovog dijela Europe [4].

2. Pametni tekstil i pametna odjeća – spoj tekstilnog materijala i elektronike

Pojava mobilnih uređaja i mini-turnih elektroničkih uređaja ima veliki utjecaj na moderan život ljudi. Kako se javljala potreba da ljudi takve prenosive uređaje stalno nose sa sobom, tako se mijenjala i odjeća. Prva 'pametna odjeća' imala je samo prostor (džepove) za prijenos elektroničkih uređaja, a poneka i ugrađene vodiče za slušalice (primjerice za MP3 uređaje). Zatim se pojavljuje odjeća koja u sebi sadrži već integrirane elektroničke uređaje. Pređa i konac sa metalnim ili metaliziranim vlaknima, koje mogu služiti kao električni vodovi, upletena je, utkana ili ušivena u tekstilni materijal, a uređaji poput MP3 uređaja se priključuju na odjeću preko izvedenih konektora [5]. Takvi proizvodi sve više dobivaju na popularnosti na tržištu tekstila. Međutim, to još ne znači da su elektronička i tekstilna tehnologija u potpunosti integrirane. Izraz pametna odjeća doslovce znači da pređa (vlakna) trebaju predstavljati senzor ili pogon za obavljanje funkcije koju korisnik želi, te da odjeća i okolina moraju interaktivno komunicirati i pružati usluge korisniku. Za ostvarenje ove svrhe potrebno je razviti novu tehnologiju, koja može integrirati i spojiti elektroničke proizvode s vlaknima odnosno, pređama (ili koncima). Pretpostavlja se da bi pametni odjevni predmet trebao izgledati kao normalna odjeća, a dodane elektroničke komponente izgledati kao tradicionalne komponente odjeće, odnosno biti sakrivene ili biti tako male da ih se ne uočava te da ne izazivaju smetnje tijekom

nošenja. Dijelovi odjeće poput dugmadi, zakovica i patentnih zatvarača omogućuju integraciju novih elemenata kao što su integrirani strujni krugovi i senzori. Integralni dijelovi mnogih odjevnih predmeta, poput manžeta, ovratnika i šavova daju prostor za ugradnju i sakrivanje takvih komponenata. Direktna veza ili integracija u odjevni predmet je prihvatljiva ukoliko su komponente male i dovoljno fleksibilne, neprimjetne oku i ako ne iritiraju nositelja. Npr. bila bi prednost da se komponente upredu s vlaknima umjesto da se pričvršćuju kao pločice strujnih krugova što je njihov današnji standardni oblik. U tom slučaju bi se komponente u obliku vlakana mogle direktno utkivati u tkaninu bez potrebe da se pričvršćuju kao odvojeni elementi. Spomenute fleksibilne pločice sa strujnim krugovima i pločice na odjeći koraci su u pravom smjeru, ali još uvijek daleko od idealnih [6]. Tekstilnim materijalima potrebno je omogućiti da imaju potrebna električna svojstva za prijenos električnih signala i energije i mogućnost ugradnje senzora i električnih sklopova. Zato se dijelom pretvaraju u električne vodiče. To se postiže ugradnjom električki vodljivih niti. Pritom je jako važno poznavati električne karakteristike elektrovodljivih niti. Potrebno je proučiti utjecaj anizotropije tkanine i utjecaj finoće elektrovodljivih niti utkanih u tkaninu na promjenu vrijednosti električnog otpora. Ta istraživanja su pokazala da se pri istezanju elektrovodljive tkanine vrijednosti električnog otpora se smanjuju s porastom finoće elektrovodljive pređe [7].

Također je važno naglasiti da na promjene električnog otpora elektrovodljivih niti osim mehaničkih utjecaja značajnu ulogu ima i djelovanje topline. Osim vanjskih izvora topline na elektrovodljive niti djeluje i toplina koja se razvija protokom električne energije kroz

njih. Ukupni otpor elektrovođljivih niti u tkanini se značajno mijenja kada je tkanina zagrijana. Stoga je potrebno obratiti više pažnje na ovu karakteristiku kod projektiranja e-tekstila [8].

Tijekom proizvodnje, a posebno upotrebom e-tekstila dolazi do mehaničkog djelovanja na ugrađene električne i elektroničke komponente, i to u prvom redu na vodiče od elektrovođljive pređe što uzrokuje promjene njihovih električnih karakteristika. Djelovanje vlačnih sila na e-tekstil uzrokuje promjene u električnoj vođljivosti elektrovođljive pređe [9].

2.1. Elektrotekstilna infrastruktura

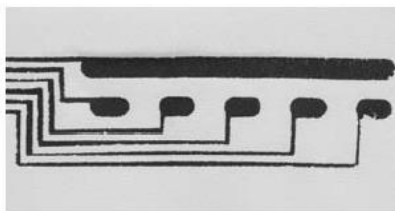
Da bi električni uređaji mogli funkcionirati u tekstilnoj odjeći i da bi se ostvarila njihova zajednička funkcionalnost, potrebno je projektirati i konstruirati elektrotekstilnu infrastrukturu. Elektrotekstilna infrastruktura u odnosu na područje primjene može se podijeliti u dvije skupine:

- mikro infrastruktura za povezivanje komponenti na relativno malom prostoru i
- makro infrastruktura za međusobno povezivanje više podskupina u cijeloj odjeći, odnosno odjevnom predmetu.

2.1.1. Elektrotekstilna mikro infrastruktura

Mikro infrastruktura u tekstilnim proizvodima predstavlja ekvivalent tiskanoj pločici u elektroničkim proizvodima, a služi za povezivanje pojedinih elektroničkih elemenata. Najveći dio mikro infrastrukture može se sastaviti na jednom komadu tkanine koji se onda prišiva na odjevni predmet. Mikro infrastruktura ne utječe značajno na dizajniranje odjeće jer zauzima samo mali prostor lokalnog područja (najčešće rukava). Kod mikro infrastrukture najčešću primjenu nalazi elektrovođljivi

tisak, odnosno primjena elektrovođljive tinte. Za masovnu proizvodnju teoretski je ovaj način primjene najbolji. Primjer izrade takve mikro infrastrukture prikazan je na sl.1.

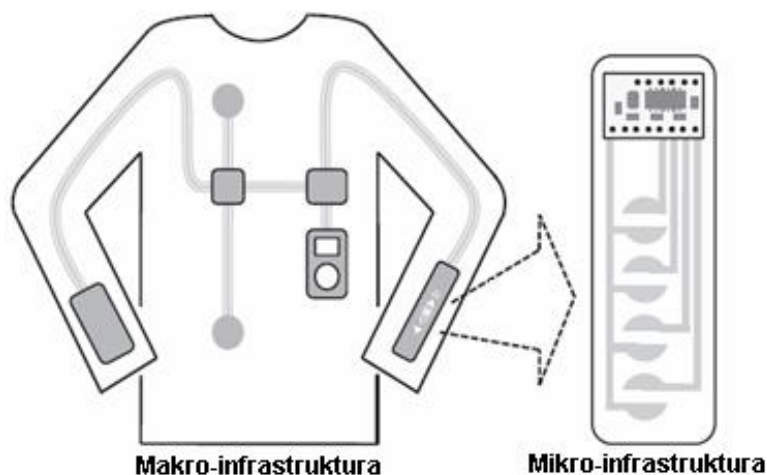


Sl.1 Mikro infrastruktura dobivena primjenom elektrovođljive tinte, odnosno tiska

Međutim, nedostatak je u nedovoljnoj otpornosti na fizičke promjene u oblika tekstila u primjeni. Ponavljanjem promjene oblika (deformacije) tekstilnih materijala, na površini se stvaraju pukotine koje predstavljaju prekid električne vođljivosti i time onemogućuju ostvarenje željene funkcije.

2.1.2. Elektrotekstilna makro infrastruktura

Makro infrastruktura u odjevnom predmetu povezuje razne elektroničke objekte raširene unutar odjeće, te pritom tvori integrirani sustav. Na sl.2 je prikazan jedan takav sustav makro infrastrukture, koji prelazi granice jednog elementa odjeće i međusobno povezuje mikro infrastrukturu.

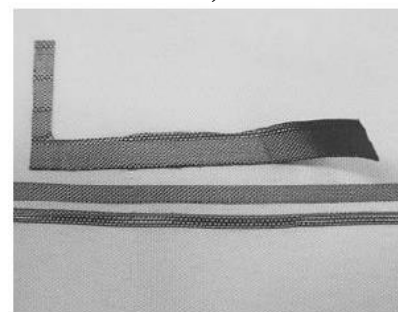


Sl.2 Makro infrastruktura odjevnog predmeta

Prema navedenom je jasno da na taj način makro infrastruktura utječe na cijeli proces proizvodnje odjeće, od odabira prikladnog materijala sve do šivanja i dorade. Za ugradnju makro infrastrukture u odjevni predmet, najčešće se primjenjuju sljedeći oblici (sl.3):



a)



b)

Sl.3 Izvedbe tkanih i pletenih vrpca:
a) traka s utkanim vođljivim nitima;
b) tkane ili pletene vrpce od elektrovođljive pređe

- Tkane ili pletene vrpce
Tkana vrpca je slična plosnatom kabeu u elektroničkoj industriji, a u njoj je paralelno utkano nekoliko elektrovođljivih niti pređe ili konca (sl.3a), ili se vrpce u potpunosti tkaju odnosno pletu od elektro-

vodljive pređe pa cijela vrpca služi kao jedan vodič (sl.3b).

Takva traka prišiva se ili na drugi način učvršćuje s unutarnje strane odjevnog predmeta na potezima između predviđenog smještaja mikro infrastrukturnih elemenata;

– Šivanje i vezenje

Elektrovodljive pređe mogu se ušivati u odjevni predmet na prostoru između mikro infrastrukturnih točaka, a najčešće se to izvodi na već predviđenim mjestima za spajanje odjevnih elemenata (na šavovima). U ovoj se metodi koriste se pređe i konci s upredenim metalnim vlaknima ili s nanosom sloja metalnih čestica. Pređe sa metalnim vlaknima su kruće od običnog konca i stvaraju teškoće u vezenju. Lakše se veže koncima sa nanosom metalnim česticama nego metalnim koncima, ali nedostatak takvih konaca je smanjenje elektrovodljivosti tijekom pranja.

2.2. Senzori i aktuatori u pametnom tekstu

Da bi se neke vanjske pojave poput dodira, temperature, pritiska ili nekog drugog fizikalnog ili kemijskog procesa mogle registrirati i obrađivati potrebno je izvršiti pretvorbu njihovih vrijednosti u električni signal. Takvi pretvornici nazivaju se mjerni pretvornici ili senzori, a služe za pretvaranje neelektričnih veličina u električne veličine. Obrnuto, uređaji za pretvorbu električnih veličina u signala u mehanički izlaz (pozicija, sila, ugao, moment) nazivaju se aktuatori. U pametnoj odjeći senzori se mogu podijeliti u dvije velike kategorije: senzori i osjetila biomedicinskih signala, i senzori fizikalnih pojava okoline. U biomedicinske svrhe koriste se osjetila za temperaturu, disanje, tlak, puls, elektrokardiogram (EKG), elektromiogram (EMG), elektroencefalogram (EEG), galvanske reakcije kože (GSR), pokrete i sl. [10].

Senzori pametne odjeće za detekciju i mjerenje pojava u okolišu reagiraju na plin, temperaturu, vlagu, ultraljubičasto zračenje, svjetlost, ozvučenje, pomak, dodir i sl. Kao aktuatori u pametnoj odjeći može se primijeniti vrlo široka lepeza pretvornika, od uobičajenih iz električne veličine u mehaničku (el. motori, vibratori), pa u toplinsku (grijači), u svjetlosnu (LED – diode), u signalnu (IR davači, bluetooth) i sl.

Tekstilni materijali koji se koriste kao senzori morali bi imati dovoljnu elektrovodljivost za prijenos signala na sustav. Idealno bi bilo kada bi postojale tkanine koji generiraju električni napon ili pak da mogu mijenjati električni otpor u reakciji s vanjskim stimulacijama. Nažalost, s trenutnom tehnologijom nemoguće je dobiti tkaninu ili tekstilne spojeve koji bi zadovoljavali takve zahtjeve. Preostaje jedino kombinacija elektroničkih komponenti s tkanim i drugim materijalima do mjere koja ne ugrožava aktivnosti korisnika.

3. Projekt Pametno dugme

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet u suradnji s tekstilnim gospodarstvom želi i uspijeva pratiti svjetska dostignuća na području tekstilne tehnologije. Jedan od rezultata tih smjernica rada je pokretanje internog projekta na području pametne odjeće, koji će imati i prostor svoje praktične primjene na Fakultetu. Cilj projekta je olakšati pristup podacima o Fakultetu za posjetitelje, suradnike, studente i goste neposrednim kontaktom s pametnom odjećom umjesto dosadašnjeg informacijskog stupa. Ujedno, projektom će se signalizirati domaćem tekstilnom gospodarstvu da je nužnost krenuti u ovakve tehnološke projekte ako se želi zadržati korak sa suvremenim trendovima razvoja struke i društva.

3.1. Osnovni elementi projekta

Projekt je planiran kao predstavljanje jednog od oblika interaktivne pametne odjeće. Kao interaktivni elementi predviđena su dugmad pomoću kojih se (daljinskim sustavom) upravlja PC računalom. U konkretnom slučaju navedeni projekt služiti će kao upravljačka jedinica za informativni stup (totem) na ulazu fakulteta.

Projekt se sastoji od sljedećih osnovnih elemenata:

- specijalno obrađena dugmad koja registriraju pritisak prstom i prenose električni signal u lokalnu procesorsku jedinicu,
- procesorska jedinica za obradu primljenih podataka s dugmadi,
- IR predajnik za bežično odašiljanje podataka,
- blok napajanja sustava pametne odjeće,
- IR prijemnik za prijem podataka na PC računalu,
- PC računalu s adekvatnim software-om za prijem i obradu signala te prikaz podataka,
- prezentacijska lutka na koju je postavljena pametna odjeća,
- muški/ženski sako s ugrađenom dugmadi, elektronskim vezama, procesorom, napajanjem i predajnikom.

3.1.1. Konstrukcija pametnog dugmeta

Za konstrukciju dugmeta koje će registrirati pritisak prstom (i taj signal prenijeti lokalnoj procesorskoj jedinici) upotrijebljeno je gotovo dugme s udubljenjem (sl.4a), mikrotaster (sl.4b), epoksidno ljepilo i na kraju pokrov od tkanine s (vezenom oznakom funkcije) kojom je cijeli sklop presvučen.

U konačnici, osnovni element projekta, „pametno dugme“, ima izgled prikazan na sl.4c. Vodovi

(žice), sa svih petero dugmadi na sakou, se nakon prišivanja dovode na 7-pinski mini-DIN konektor kojim se, u unutrašnjosti sakoa, ostvaruje povezivanje s procesorskom jedinicom.



a)



b)



c)

Sl.4 Konstrukcijski elementi i izgled „pametnog dugmeta“: a) oblik dugmeta, b) mikrotaster, c) mikrotaster ugrađen u dugme

3.1.2. Procesorska jedinica

Za procesorsku jedinicu odabrana je i nabavljena već gotova, predprogramirana procesorska jedinica daljinskog upravljača za PC koja je zbog svojih malih dimenzija, izrazito male potrošnje energije i predviđena za bežični prijenos, bila idealna za ugradnju u ovaj projekt. Cijela jedinica je smještena na malom komadu tiskane pločice uzdužnog oblika koji je za ovu priliku ušiven u tkaninu sa čičak trakom na jednoj strani. Iz tkanine izlaze samo konektori za

izlazno ulazne elemente. Ovakvo prilagođavanje je bilo nužno jer je ovu jedinicu potrebno izvaditi prije pranja odjevnog predmeta. To se radi jednostavnim odspajanjem konektora i odvajanjem sa čičak-trake.

3.1.3. IR predajnik

Na odjevni predmet postavlja se još i IR predajnik (sl.5) koji je također vrlo prikladan zbog svojih dimenzija (promjer 5 mm), a predviđeno je da se ušije u (ili ispod) ovratnika sakoa.



Sl.5 IR predajnik

Predajnik je dozvoljeno prati pa može biti trajno ušiven u sako.

3.1.4. Blok napajanja

Preostali element koji je potrebno ugraditi u sako je naprava (baterija) za napajanje procesorske jedinice. Napajanje se može izvesti na dva načina. Prvi je način sa dugmastom baterijom CR3025 čije kućište (sl.6) zauzima iznimno mali prostor i koje može biti učvršćeno pomoću čičak trake na prikladnom mjestu unutrašnjeg dijela sakoa.



Sl.6 Kućište za dugmastu bateriju

Drugi način je pomoću dvije standardne AAA baterije čije je ležište mnogo veće (sl.7) i zahtjeva smještaj bilo u unutrašnji ili vanjski džep sakoa.



Sl.7 Ležište za AAA baterije

Za ovaj projekt je odabrano veće kućište, odnosno primjena AAA baterija zbog znatno duljeg vijeka trajanja. Na kućište baterija dodatno je ugrađen mikroprekidač kojim se cijeli sustav uključuje odnosno isključuje.

3.1.5. Informacijski stup

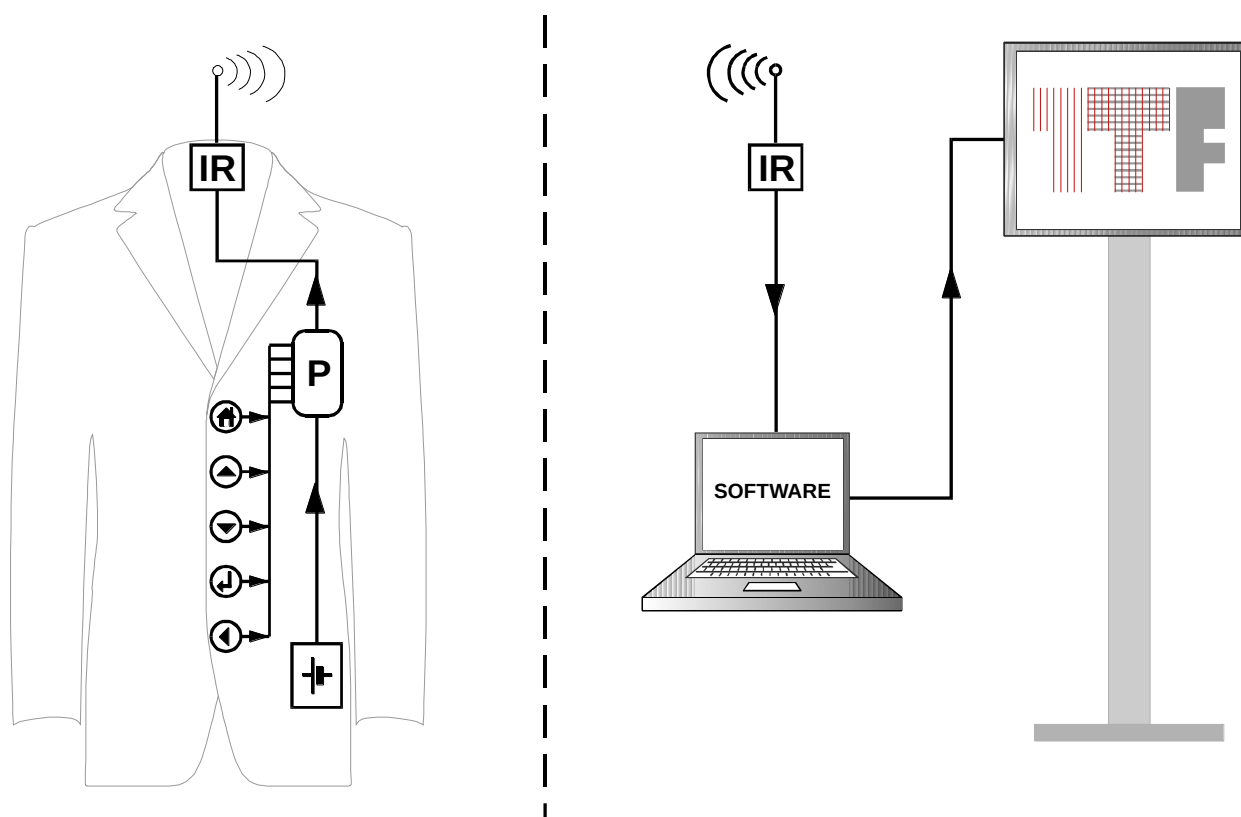
Na udaljenosti od 5 m (maksimalni domet upotrebljenog IR predajnika je 8 m) postavljen je informacijski stup (totem) koji sadrži PC jedinicu s velikim monitorom i priključenim IR prijemnikom za prijem i detekciju signala s IR predajnika na ovratniku sakoa.

Da bi sustav radio kao funkcionalna cjelina na računalu je izrađen poseban namjenski softver koji obrađuje signal sa IR prijemnika, te na monitoru otvara i prikazuje odgovarajući sadržaj.

3.2. Sklapanje elemenata u funkcionalnu cjelinu

Na sl.8 je prikazana blok shema spajanja svih elemenata u funkcionalnu cjelinu. Za spajanje elemenata su u ovom slučaju korišteni standardni žičani vodovi zbog potrebe za većom robusnošću zbog same namjene projekta, kao i zbog toga jer odjevni predmet u ovom projektu nije predviđen za odijevanje ljudi.

Za slične individualne potrebe ti žičani vodovi se jednostavno mogu zamijeniti elektrovodljivim koncem, pri čemu bi se postojeći šavovi mogli iskoristiti kao vodi-



Sl.8 Blok shema sustava „pametno dugme“

če. Da bi cijeli sustav dobro funkcionirao, odabrane su odgovarajuće funkcije za „pametnu dugmad“, prikazano u tab.1.

Kod spajanja, prvo se na pripremljenu čičak traku postavlja procesorska jedinica i konektorima povezuje s „pametnom dugmadi“, IR predajnikom i blokom napajanja. Sako se tada postavlja na lutku – nosač i zakopčava. Pritom se pazi da IR predajnik u ovratniku bude usmjeren prema poziciji gdje je smješten IR prijemnik. Nakon toga je moguće uključiti „pametnu dugmad“ na sakou pomoću prekidača na bloku napajanja, te pokrenuti program „PametnoDugme“ na računalu. Nakon sklapanja, u stvarnosti, cijeli sustav izgleda kao na sl.9.



Sl.9 Odjevni predmet – sako s ugrađenim funkcionalnim sustavom „pametno dugme“

3.3. Softver informacijskog stupa

Softver je projektiran i konstruiran tako da ima tri temeljna prikaza:

1. Početni prikaz za izbor jezika (zastavice)
2. Izbornik za pregled podataka o osobi/prostoru
3. Prikaz podataka o izabranom prostoru/osobi

Kod početnog prikaza korisnik bira jezik prikazivanja, a trenutno su mu na raspolaganju samo hrvatski i engleski jezik. Kao rezultat, korisniku se na odabranom jeziku otvara izbor za dobivanje podataka o prostoru ili osobi. Ako korisnik odabere prostor, vrši izbor jedne od prostorija/kabineta gdje se kao rezultat prikazuje namjena prostorije, osobe smještene u njoj kao i smjerokaz na planu zgrade kako doći do te prostorije. Sl.10 pokazuje kako to izgleda na monitoru informacijskog stupa.

Tab.1 Pozicije, oznake i funkcije „pametne dugmadi“

Pozicija dugmeta	Prvo	Drugo	Treće	Četvrto	Peto
Ikona	↑	↑	✓	↓	←
Funkcija	Na početak	Pomak prema gore	Izvrši	Pomak prema dolje	Vrati za jedan korak



Sl.10 Ekranski prikaz izbora podataka o osobi

Ako je na prethodnom prikazu korisnik odabrao osobe umjesto prostorija, prikazati će mu se popis zaposlenika gdje će se, izborom željene osobe, na monitoru prikazati podaci o prostoru gdje se odabrana osoba nalazi. Svaki izbor se izvršava tako da korisnik pritiškuje dugmad „Gore“ ili „Dolje“ i na odabranoj stavci pritisne na dugme „Izvrši“. Nakon završetka korištenja, kao i cijelo vrijeme dok niti jedan korisnik ne koristi sustav (nijedno dugme nije aktivirano tijekom 60 s) software automatski prebacuje na prikaz zadane prezentacije (fakultet, sponzor, plaćeni oglasi). Prezentacija se momentalno prekida kada korisnik pritisne na bilo koje dugme i na monitoru se otvara početni prikaz – izbor jezika. Na taj način informacijski stup ispunjava dvostruku ulogu: reklamnu i informacijsku interakcijom s odjevnim predmetom.

4. Zaključak

Tekstil i odjeća sve više postaju platforme za postavljanje i kombiniranje različitih senzora, medija i uređaja širokog raspona primje-

ne. U području mikro tehnologija se kontinuirano razvijaju sve manji elementi koji omogućuju gotovo nevidljivu instalaciju opreme za inteligentne funkcije u klasične odjevne proizvode. Ovaj projekt je jasno pokazao da se izradom i proizvodnjom pametne odjeće više neće baviti samo odjevni i tekstilni inženjeri nego će morati raditi zajedno sa stručnjacima različitih profila i područja poput inženjera elektronike, elektrotehnike, strojarstva, informatike i fizike, komunikacija, itd.

Projekt pametno dugme je primjer jednog takvog funkcionalnog pametnog proizvoda - odjeće, a njegov razvoj pokazuje da će nove generacije inteligentne odjeće potaknuti razvoj novih mogućnosti ne samo u industriji tekstila i odjeće nego i u svim ostalim pratećim djelatnostima.

Ovaj projekt je namjerno izveden na jednostavan način i sa široko dostupnim materijalima i elementima, u cilju da se na taj način potakne hrvatska tekstilna industrija i usmjeri prema polju visokih tehnologija. Hrvatska ima modernu odjevenu industriju, proizvodnu kulturu, znanja i iskustva, te kvalitetno obrazovanu radnu snagu što joj daje značajnu prednost za pro-

izvodnju odjeće s integriranim funkcionalnim napravama (koje među ostalim, prate tjelesne funkcije ili stvaraju osjećaj ugođe), dakle s većom dodanom vrijednošću.

Literatura:

- [1] Gilsoo C.: Review and Reappraisal of Smart Clothing, Smart Clothing Technology and Applications, CRC Press, Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, (2010.) 1-36
- [2] Firšt Rogale S. *et al*: Pametna odjeća u sinergiji s modnim odijevanjem, Konstrukcija i modno odijevanje s osvrtom na suvremenu maloprodaju, Ujević, D. i dr. (ur.). Zagreb, Tekstilno-tehnološki fakultet i Ekonomski fakultet, (2018.) 45-74
- [3] EURATEX: European Technology Platform for the future of textiles and clothing - A vision 2020, 12 December 2004, Dostupan na: <http://www.euratex.org>
- [4] Ekonomski institut Zagreb: Strateške odrednice razvoja industrije tekstila i odjeće u Hrvatskoj za razdoblje od 2006. do 2015., travanj 2007.
- [5] Celcar D., J. Geršak: Inteligentne tekstilije in oblačila. Tekstilec 47 (2004) 7-8, 232-242
- [6] Gilsoo C.: Electro-Textile Interfaces: Textile-Based Sensors and Actuators, Smart Clothing Technology and Applications, CRC Press, Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, (2010) 89-114
- [7] Knezić Ž. *et al*: The Impact of Elongation on Change in Electrical Resistance of Electrically Conductive Yarns Woven into Fabric, Materials, 14 (2021.), 12, 3390

- [8] Penava Ž., D. Šimić Penava, Ž. Knezić: Heat as a Conductivity Factor of Electrically Conductive Yarns Woven into Fabric, *Materials* 15 (2022.) 3
- [9] Penava Ž. *et al*: Promjene električne vodljivosti u području elastičnosti elektrovodljive pređe, *Tekstil* 62 (2013.) 5-6, 207-213
- [10] Buechley L., M. Eisenberg: Fabric PCBs, electronic sequins, and socket buttons: techniques for e-textile craft, *Personal and ubiquitous computing* 13 (2009) 2, 133-150

SUMMARY

Interactive Clothing - Smart button

Ž. Penava, Ž. Knezić

The paper describes the characteristics of the development of smart textiles. Smart textiles and smart clothes are defined as a combination of textile materials and electronic technologies designed to increase a person's adaptation of the environment. Presented and development requirements that are placed on smart clothes, spinning and textile manufacture of which will produce such clothing, and describes the systems infrastructure and connectivity of electronic circuits within the garment. Iznosani both directions for further development and emphasized the need for conversion of the textile and apparel industry in the area of high technologies using the characteristics of production of such garments. Is described in detail the project smart clothes with widely available materials and components designed for the University of Zagreb Faculty of Textile Technology, which has all the basic elements of such a garment: the control buttons, the CPU, power supply and transmitting unit for communication with a PC. Shown is a software designed for this purpose. It was pointed out that the development and production of "smart clothing" would no longer deal only with clothing and textile engineers, but will have to work together with experts from various fields and areas, and in order to encourage the Croatian textile industry and turn to the field of high technology.

Keywords: smart textiles, smart clothing, button, electronics, software

University of Zagreb Faculty of Textile Technology,

Zagreb, Croatia

e-mail: zeljko.penava@ttf.unizg.hr

Received February 22, 2020

Interaktive Kleidung - Smart Button

Der Fachartikel beschreibt die Merkmale der Entwicklung von intelligenten Textilien (smart textiles). Intelligente Textilien und intelligente Kleidung sind definiert als eine Kombination aus textilen Materialien und elektronischen Technologien, die die Anpassung des Menschen an seine Umwelt verbessern sollen. Außerdem werden die Anforderungen an die Entwicklung von intelligenter Kleidung, Garnen und textilen Flächegebilden, aus denen solche Kleidungsstücke hergestellt werden, beschrieben sowie die Infrastruktursysteme und die Zusammenschaltung der elektronischen Schaltkreise innerhalb des Kleidungsstücks. Es werden auch Wege für die weitere Entwicklung aufgezeigt und die Notwendigkeit unterstrichen, die Textil- und Bekleidungsindustrie in einen High-Tech-Bereich umzuwandeln, der die Merkmale der Produktion solcher Kleidungsstücke nutzt. Ein intelligente Kleidung behandelndes Projekt mit weithin verfügbaren Materialien und Elementen, das für die Bedürfnisse der Fakultät für Textiltechnologie an der Universität Zagreb entwickelt wurde und alle grundlegenden Elemente einer solchen Kleidung enthält, wird im Detail beschrieben: Bedientasten, Prozessoreinheit, Stromversorgung und Übertragungseinheit zur Kommunikation mit einem PC. Die dafür konzipierte Software wird ebenfalls vorgestellt. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Entwicklung und Herstellung intelligenter Kleidung nicht mehr nur von Bekleidungs- und Textilingenieuren durchgeführt werden kann, sondern dass man mit Experten verschiedener Profile und Bereiche zusammenarbeiten muss, um die kroatische Textilindustrie zu fördern und sie auf den Bereich der Hochtechnologie auszurichten.