

Sodobni pristopi in smernice pri ustvarjanju Sistemov HMI

Milan Dobrić, Aljaž Stare, Saša Sokolić
Metronik, d. o. o., Stegne 9a, 1000 Ljubljana
milan.dobric@metronik.si, aljaz.stare@metronik.si, sasa.sokolic@metronik.si

Modern approaches and trends in HMI system creation

The fourth industrial revolution brings change in the way industrial processes are being executed. Data from smart machines is being transferred to big data warehouses where it is transformed by advanced algorithms into useful information to enable better process management and preventive maintenance. Because of that, the roles of employees which are controlling and managing industrial processes are being changed, as hardware (e.g. tablets, mobile phones, thin clients) equipped with HMI software, enables better mobility and easier access to the ever increasing quantity of process information. This brings us to the problem of information overload. It is crucial for the user that he is able to get to the information which is critical at that moment as quickly and as efficiently as possible. Modern HMI must therefore be able to support various hardware devices and clients as well as standards and recommendations for "efficient HMI". This paper presents modern approaches and trends in creation of HMI systems based on recommended standards and the existing tools supporting them.

Kratek pregled prispevka

Četrta industrijska revolucija prinaša spremembe v načinu izvajanja procesov v industriji. Iz »pametnih«
naprav in strojev se množice podatkov prenašajo v velika podatkovna skladišča, kjer jih napredni algoritmi pretvarjajo v koristne informacije, ki med drugim omogočajo boljše upravljanje procesov in preventivno vzdrževanje opreme. Tudi vloga zaposlenih, ki spremljajo in upravljajo industrijske procese, se zaradi tega spreminja, saj strojna oprema (npr. tablice, pametni telefoni, tanki odjemalci) v povezavi s programsko opremo HMI omogoča večjo mobilnost ter lažji dostop do vse večje količine procesnih informacij. Pri tem se srečujemo s problemom poplave informacij, zato je bistven način, na kateri so te informacije predstavljene uporabnikom in kako hitro in učinkovito ti uporabniki pridejo do informacij, ki so za njih ključne v tistem trenutku. Zato mora biti sodobni sistem HMI prilagojen različnim napravam oz. odjemalcem in upoštevati standarde in priporočila za visoko stopnjo ergonomije (Efficient HMI). V prispevku bomo predstavili sodoben pristop in smernice pri ustvarjanju sistemov HMI na primeru priporočenih standardov in obstoječih orodij, ki jih podpirajo.

1 Uvod

Pojem »četrti industrijska revolucija« združuje več konceptov. S tehnološkega stališča v grobem izkoriščamo napredek na področju »pametnih naprav«, ki so sposobne zajemati in si izmenjevati vse več podatkov. Velik napredek je storjen tudi na področju hitrih komunikacijskih protokolov in povezav ter učinkovitih podatkovnih skladišč, ki te podatke shranjujejo in jih dajejo na voljo za nadaljnjo obdelavo. Podatke iz procesa, združene s podatki iz drugih virov, ki so pomembni za učinkovito delovanje sistemov, napredni algoritmi pretvarjajo v koristne informacije, ki se med drugim uporabljajo za preventivno vzdrževanje, zgodnje odkrivanje napak in izboljšave učinkovitosti procesov.

Spremembe, ki so posledica razvoja na omenjenih področjih, se kažejo tudi v načinu, na kateri ljudje opravljajo svoje delo. Tehnologija omogoča večjo mobilnost in fleksibilnost delovnih mest, na delovna mesta pa prihajajo nove generacije zaposlenih. Ti v svojem vsakdanjem življenju izkoriščajo moderne tehnologije in pričakujejo oz. so vajeni načina interakcije z napravami na delovnem mestu na enak način, kot to počnejo doma. Posledično te spremembe vplivajo tudi na sisteme HMI, tako na strani uporabnikov kot tudi razvijalcev.

Sistemi HMI so v industrijskem okolju prisotni že vrsto let. Uporabljajo jih operaterji in drugi uporabniki za nadzor in upravljanje procesa. Z uporabniškega stališča gre za zaslonske prikaze, preko katerih se spremlja procesne parametre in ki predstavljajo grafični vmesnik oz. orodje za interakcijo s procesom.

Z naraščanjem grafičnih zmogljivosti računalniške strojne opreme in vse večjo povezljivostjo se vse več informacij seli na operaterske zaslone. Posledica tega je, da je informacij na zaslonih vedno več, hkrati pa so izdelovalci teh zaslonov večkrat pozabili na osnovno funkcijo – uporabnost grafičnega vmesnika ter se preveč posvečali izkoriščanju

grafičnih zmogljivosti strojne in programske opreme. Nekateri sistemi HMI so tako postali izredno nepregledni zaradi množice elementov, barv, nepotrebnih animacij, ki odvrtačo pozornost uporabnika od vsebine, ki jo prikazujejo.

V zadnjih letih je na temo te problematike nastalo večje število strokovnih člankov in publikacij, razvil pa se je tudi standard na področju sistemov HMI (ANSI/ISA-101.01-2015, Human Machine Interfaces for Process Automation Systems), ki naj bi pripomogel k temu, da postane uporaba sistemov HMI bolj prijazna uporabniku z namenom dviganja nivoja učinkovitosti in varnosti uporabnikov in procesa.

V prispevku podajamo pregled težav in izzivov, ki se pojavljajo na področju sistemov HMI ter smernice, ki jih narekujejo standardi in stroka. Predstavljen je tudi konkreten primer sodobnega sistema HMI, ki sledi najnovejšim smernicam in ga je razvilo podjetje GE Digital.

Kako torej zgraditi učinkovit sistem HMI, ki bo podpiral sodobne zahteve v procesnem okolju?

2 Izzivi vizualnega podajanja informacij v večjih sistemih

2.1 Otežen dostop do informacij

Veliko število procesnih zaslonov in informacij na teh zaslonih lahko povzroča počasno in nejasno prepoznavanje stanja v procesu in počasno iskanje podatkov, ki jih uporabnik v danem trenutku potrebuje v zvezi z določeno opremo ter s tem tveganje za napačne odločitve.

Poleg tega podatke iz procesa potrebujejo poleg operaterjev tudi drugi uporabniki, ki sistem HMI uporabljajo le občasno in imajo težave pri navigaciji skozi procesne zaslone. Nenazadnje imajo enake težave tudi neizkušeni operaterji.

2.2 Prepoznavanje pomembnih informacij in izpostavljanje težav v sistemu

V preteklosti so se v želji po čim boljšem informiranju operaterjev o podatkih iz sistema izdelovali procesni zasloni, ki so vsebovali množico številčnih prikazov različnih barv, ki naj bi omogočali podroben uvid v stanje sistema. Izkazalo se je, da preveliko število informacij na posameznem zaslonu slabo vpliva na učinkovitost operaterjev, ki imajo težave pri prepoznavanju odstopanj parametrov od zelenih vrednosti oz. pri prepoznavanju splošnega stanja sistema, kar povzroča višji reakcijski čas ter večja verjetnost napak.

Razen obveščanja, takšni zasloni ne nudijo nobene podpore pri odločanju, kakšne ukrepe naj operaterji izvedejo za izboljšanje obstoječega stanja.

Podoben problem se pojavi pri upravljanju alarmov, kjer operater v poplavi vpisov, ki so nanizani v seznamu alarmov, težko določa prioriteto obravnave in nadaljnje ukrepe v zvezi s posameznim alarmom.

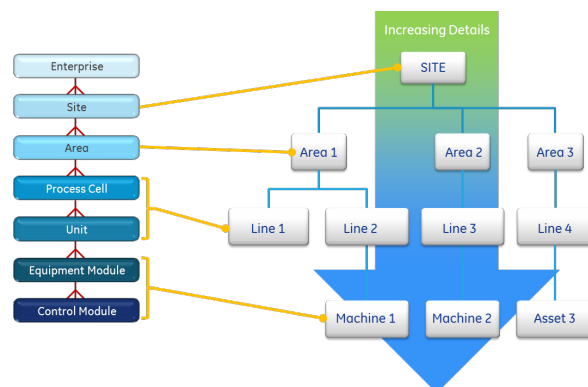
2.3 Uporaba različnih naprav za prikaz zaslonov HMI

Vloga operaterjev in drugih zaposlenih v procesnem okolju postaja vedno bolj aktivna v smislu naraščanja števila zadolžitvev in gibanja po delovnem okolju, kar je poleg drugih okoliščin tudi posledica razvoja in uporabe mobilnih odjemalcev. Uporabniki želijo aktivno spremljati in imeti na voljo informacije v vsakem trenutku, ne glede na to, kje se nahajajo in s katere naprave dostopajo do procesnih zaslonov. Tipično želijo imeti iz svojih pisarn pregled nad sistemom preko spletnega brskalnika, hkrati pa si želijo možnosti uvida v informacije o opremi s svojih pametnih telefonov ali tabličnih računalnikov, ko se nahajajo na fizični lokaciji opreme.

3 Katere so glavne značilnosti sodobnega sistema HMI, ki temeljijo na priporočenih standardih?

3.1 Uporaba modela opreme in prikaz informacij v kontekstu opreme

Model opreme je strukturiran opis naprav/opreme v sistemu, ki opisuje lokacijo, vrsto opreme in posamezne parametre, ki so vezani na to opremo (Slika 1). Vrednosti posameznih parametrov so procesni podatki, ki se nahajajo v procesni bazi.



Slika 1: Model opreme po nivojih kot se uporablja pri navigaciji.

Z uporabo modela opreme je možno izdelati enostavno in učinkovito navigacijo po sistemu. Uporaba modela opreme za navigacijo omogoča sistematično in enovito hierarhijo in prehajanje med zaslonimi prikazi. Poleg tega je navigacija po procesnih slikah glede na opremo primerna tudi za uporabnike, ki niso najbolj izkušeni ali redko uporabljajo sistem HMI, saj uporabniki običajno informacije iščejo na podlagi vsebinskega razumevanja procesa. Recimo, da želimo izvedeti stanje delovanja motorja na določenem stroju, ki obratuje na eni od linij na izbrani lokaciji. Navigacija mora omogočati, da se intuitivno »sprehodimo« po drevesni strukturi modela od najvišjega nivoja (v tem primeru lokacije) do posameznega podatka (stanje delovanja motorja).

Vsak nivo vsebuje prikaz, ki zajema ključne kazalnike procesa za ta nivo; od najvišjega nivoja, ki prikazuje splošen pregled stanja sistema, do nižjih nivojev, kjer se prikazujejo podrobnejše informacije, ki so v kontekstu

opreme, ki jo opazujemo. Prikaz informacij, ki so v kontekstu navigacije, zagotavlja fokus na opremo, s katero se uporabnik ukvarja v danem trenutku, in s tem zmanjšuje verjetnost napačnih odločitev.

Tovrstna struktura omogoča tudi to, da so informacije prikazane konsistentno. Oprema iste vrste namreč običajno vsebuje enake parametre (vsak napetostni odklopnik npr. vsebuje informacijo o napetosti, toku, stanju odklopnika ipd.). Tako so lahko vse slike z istega nivoja videti enako, le podatki in oznake so v kontekstu opreme, ki je prikazana.

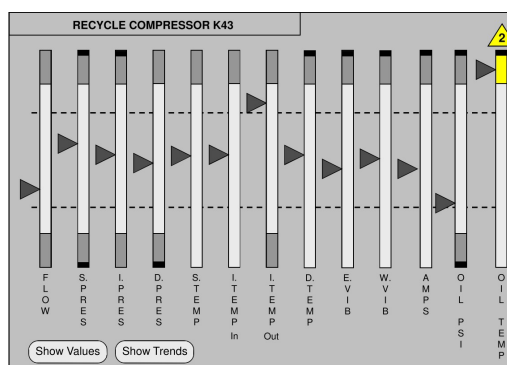
Vpeljava modela opreme razvijalce sili tudi k sistematičnemu pristopu k izgradnji sistema vodenja. Na ta način izgradnja aplikacije poteka hitreje in z manj napakami.

3.2 Jasni in enoviti zaslonski prikazi

Navedenih je nekaj lastnosti, ki naj bi jih imele slike, ki so namenjene operaterjem[1]:

- Enostavnost in razumljivost;
- Jasno označeni oz. razločljivi elementi, ki se jih da upravljati;
- Uporabljeni grafični elementi so brez odvečnih podrobnosti ter prikazujejo informacije in ne le surovih podatkov;
- Uporabljene barve so v funkciji podajanja informacij;
- Alarmi in izredna stanja so označeni nedvoumno in se razločno razlikujejo od normalnih stanj;
- Operacije, ki jih operater izvaja s pomočjo grafičnih elementov, morajo biti enovite in intuitivne ter izvedljive z minimalnim številom klikov oz. pritiskov tipk s ciljem zagotavljanja hitrega upravljanja;
- Pomembnejše operacije morajo vsebovati potrjevalne mehanizme za preprečevanje nehotenih ukazov;

- Čim večja uporaba trendov, ki pripomorejo k razumevanju časovnega razvoja dogodkov.



Slika 2: Primer preglednih indikatorjev vrednosti parametrov v procesu.

3.3 Podpora različnih uporabniških platform

Omenili smo že, da ima sodobni sistem HMI več različnih tipov uporabnikov. V večjih kontrolnih sobah so to običajno operaterji, ki proces upravljajo preko več zaslonov. V pisarnah ali laboratorijih občasni uporabniki procesne zaslone pregledujejo preko brskalnikov, vse več pa je tudi uporabnikov, ki so mobilni in spremljajo proces na manjših zaslonih mobilnih naprav. Ob tem je pomembno, da so grafični elementi in upravljanje kar se da enotni (upoštevajoč različne načine uporabe naprav in velikost zaslonov), saj pogosto različne načine dostopa uporabljajo isti ljudje.

Pomembno je poudariti, da vse več podatkov, ki se prikazujejo na zaslonih operaterjev, ne izvira neposredno iz naprav v procesu, temveč so to obdelani podatki, ki se nahajajo v oblaku.

Sodobni sistem HMI torej podpira uporabo tehnologij oblačne shrambe podatkov in povezovanja na oblak. Za operaterja oz. uporabnika morajo biti podatki iz oblaka dostopni na enak način kot »lokalni« procesni podatki oz. ne sme »čutiti« razlike v smislu navigacije, prikaza in druge uporabe.

4 Primer sodobnega sistema HMI, ki sledi priporočilom stroke in standardom

Podjetje GE Digital s svojim paketom iFIX, katerega del je v različici 5.8 R2 tudi Web HMI odjemalec, sledi smernicam sodobnih sistemov HMI.

iFIX Web HMI ima naslednje lastnosti:

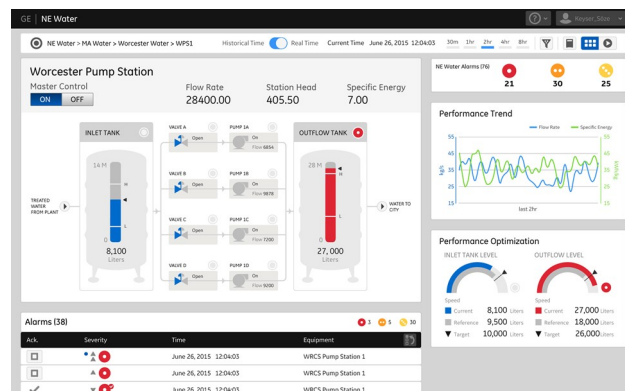
- ***Navigacija po sistemu s pomočjo modela opreme***

Nova generacija iFIX SCADA sistema uporabnikom omogoča, da si procesne podatke, posamezne elemente sistema ter ostalo vsebino organizirajo na sistematičen način, in sicer glede na fizični model opreme. Model opreme tako služi za poganjanje navigacije med zaslonskimi prikazi, s čimer postane uporaba nadzornega sistema zelo intuitivna, saj vsak uporabnik dobro pozna organizacijo in hierarhijo svojega podjetja oz. opreme. Poleg tega pa modela opreme ne uporabljamo samo za poganjanje navigacije, ampak tudi za prikaz vsebine (npr. alarmi, grafi) v kontekstu navigacijskega nivoja, kjer se uporabnik nahaja. To pomeni, da se prikazujejo le informacije, ki so povezane z dotično opremo in katero uporabnik trenutno opazuje.

- ***Vgrajeni grafični gradniki, ki omogočajo prikaz v skladu s priporočili standarda ISA 101***

Za enostavnejšo in hitrejšo izgradnjo vizualizacije se lahko uporabijo predhodno pripravljene gradniki, barve in postavitve, ki so zasnovani na osnovi priporočil in standardov za učinkovit razvoj HMI/SCADA sistemov. Barve, ki predstavljajo normalno delovanje, so umirjene, oblike opreme na predlogah pa so lahko prepoznavne. Za prikaz stanja opreme in različnih nivojev oz. meritev so na voljo pripravljene indikatorji, kjer je pomembno, da uporabniki s čim manj truda pridejo do ključnih informacij, poenoteni uporabniški vmesniki pa na vseh nivojih zagotavljajo enak način upravljanja z opremo. Uporaba takšnega koncepta vodi k hitrejšemu prepoznavanju nepravilnosti v sistemu, s čimer se poveča

učinkovitost uporabnikov in varnost delovanja sistemov.



Slika 3: Primer ekranskega prikaza GE Web HMI odjemalca.

- ***Centralizirana implementacija in vzdrževanje***

Celotni razvoj, namestitve aplikacije, nadgradnje in drugi popravki se izvajajo na enem mestu, saj je upravljanje centralizirano, tako da razvijalcem ni potrebno skrbeti za uvajanje sprememb in vzdrževanje odjemalcev ter za njihovo strojno in programsko opremo.

Izgradnja procesne baze, konfiguracija gonilnikov in povezav z drugimi aplikacijami in sistemi se izvaja s preverjenimi rešitvami, ki so prisotne v preteklih različicah iFIX SCADA aplikacije.

- ***Pravi HTML5 odjemalec, ki se prilagaja napravi, na kateri deluje***

Web HMI odjemalec je zgrajen na osnovi tehnologije HTML5, kar pomeni, da lahko deluje na vseh sodobnih brskalnikih, ne glede na vrsto naprave in operacijski sistem, koncept uporabniškega vmesnika pa je zasnovan tako, da je primeren za različne velikosti in ločljivosti zaslonov (t.i. responsive design).

Uporabniki dostopajo do procesa na enak način kot dostopajo do spletnih strani, brez potrebe po namestitvi dodatne programske opreme, prav tako pa so zahteve strojne opreme zelo nizke.

- ***Enotno in fleksibilno orodje za izdelavo grafičnih elementov***

Pri izdelavi slik za Web HMI aplikacijo se lahko, kot pri običajnih (thick client) iFIX odjemalcih, uporablja orodje Workspace, ki je intuitivno in enostavno za uporabo. Razvijalcem je na voljo Web HMI orodjarna, ki poleg drugih orodij vsebuje predloge za barvne palete in opremo, s katerimi si lahko razvijalci poenostavijo in pohitrijo izdelavo slik. Slike, ki so izdelane s pomočjo Web HMI orodjarne, se lahko uporabijo za običajnega iFIX odjemalca ali pa se izvozijo v obliko, ki je primerna za web odjemalca. Poleg grafičnih elementov, ki so razviti z orodjem Workspace, je mogoče dodajati tudi vsebino, ki je razvita z zunanjimi HTML5 urejevalniki, ki podpirajo SVG format.

- ***Varnost dostopa***

Web HMI odjemalec uporablja tehnologijo https in certifikate SSL za zagotavljanje varnega dostopa preko internetnih brskalnikov.

5 Povzetek

Spremembe, ki so posledica vpeljave konceptov četrte industrijske revolucije, vplivajo tudi na sisteme HMI. Odgovore na izzive, s katerimi se soočajo uporabniki poizkuša podajati stroka s priporočili in standardi ter nekateri proizvajalci programske opreme s svojimi rešitvami, ki ta priporočila

upoštevajo. Sodobni sistemi HMI so usmerjeni k uporabnikom ter jim poskušajo zagotoviti čim višjo stopnjo enostavnosti uporabe za varno in učinkovito delo, kjerkoli se nahajajo.

Mnoge rešitve in koristi prinašajo storitve v oblaku, ki jih lahko s pridom uporabljajo tudi uporabniki na procesnem nivoju. Operaterji lahko na podlagi rezultatov analiz velikih količin podatkov iz oblaka izvajajo preventivne ukrepe za zagotavljanje nemotenega delovanja ali izboljšanje delovanja procesa. Razvoj sistemov HMI gre v smeri omogočanja uporabe oblačnih storitev znotraj znanega in učinkovitega uporabniškega okolja – z enakim, standardnim uporabniškim vmesnikom.

Primer sodobnega sistema HMI je iFIX Web HMI podjetja GE Digital, ki podpira zahteve sodobnega procesnega okolja s svojim uporabniškim vmesnikom in pripravljenostjo na povezovanje na oblak, konkretno na platformo Predix, ki med drugim nudi orodja za zbiranje in hranjenje velikih količin podatkov, prediktivno analizo in optimizacijo delovanja opreme.

6 Literatura

- [1] Hollifield, Oliver, Nimmo, Habibi, The High Performance HMI Handbook, Plant Automation Services, 2008.