

História, súčasnosť a budúcnosť aplikácií rozhrania človek – stroj

Nigel Hitchings, Noel Miller, Jay Schroeder

V rámci 100-ho výročia Rockwell Automation, ktoré táto spoločnosť oslávila minulý rok, by sme sa radi pristavili pri zmenách, ktoré jej pomohli stať sa tzv. Complete Automation lídrom na globálnom trhu. Technológie rozhrania človek – stroj (HMI) prekonali od svojho skromného uvedenie na úrovni prevádzok už dlhú cestu. Aplikácie HMI v súčasnosti pomáhajú zamestnancom a strojom byť v súlade s požiadavkami výroby, zvyšujú prevádzkovú výkonnosť a znižujú prestoje. V tomto článku preskúmate vývoj technológií HMI a pozrieme sa na spôsoby, akými technológie HMI ponúkajú operátorom presne také množstvo informácií, ktoré potrebujú pre svoju prácu.

Aj keď už máme za sebou dlhú cestu vývoja HMI, nesmieme stratiť z dohľadu cestu, ktoré je ešte len pred nami. Našou ďalšou témou bude migrácia, ktorá nám pomôže ísť po tejto ceste a je práve spájadlom medzi starými výrobkami a najnovšími objavmi a inováciami. V ďalšom storočí našich služieb bude hrať migrácia jednu z rozhodujúcich úloh naplnenia úspechu našich zákazníkov. Začítajte sa do nasledujúceho textu, aby ste získali najnovšie poznatky.

V nasledujúcej časti opisujú svoje skúsenosti s aplikáciami HMI Noel Miller, Staff Manufacturing Engineer, General Motors a Jay Schroeder, Superintendent, Manufacturing Engineering, General Motors.

Keď sa na scéne objavili prvé tlačidlá, aplikácie rozhrania človek – stroj sa stali neoddeliteľnou súčasťou každej prevádzky. Aplikácie HMI v spoločnosti General Motors (GM) pomáhajú personálu údržby vyhľadávať poruchy a vykonávať úlohy spojené s údržbou. Najväčším zmyslom a prínosom HMI v GM je maximalizácia doby bezporuchovej prevádzky jednotlivých zariadení. Prevádzkovanie systémov HMI, ktoré zvyšujú bezporuchovosť prevádzky, je kľúčovým momentom pri optimalizácii výrobných procesov. Schopnosť efektívne vykonávať rutinné úlohy údržby a presne vyhľadávať poruchy – ešte predtým, ako spôsobia prestoje – znamená, že celý podnik bude pracovať s vyšším ziskom. V nasledujúcej časti sa pozrieme na to, akým vývojom prešli aplikácie HMI, ako by mohol vyzerať vývoj systémov HMI tak, aby pomáhali podnikom naplniť trvalé požiadavky na zvyšovanie bezporuchovosti prevádzky a produktivity.

Prvé zariadenia

Prvé aplikácie HMI pozostávali z kombinácií tlačidiel, svetiel, prepínačov a ostatných jednoduchých riadiacich zariadení, ktoré štartovali a zastavovali stroje a informovali o pracovnom stave stroja. Takto zabezpečovali aj riadenie stroja. Riadiace systémy boli často veľmi jednoduché, najčastejšie tvorené veľkým počtom relé. Rozhrania boli elementárne kvôli snahe vývojárov vyrobiť riadiace obvody čo najmenšie.

Aj keď spomenuté tlačidlá, prepínače a svetlá reprezentovali významný krok vpred z hľadiska riadenia strojov, prvé aplikácie HMI zvyčajne ešte neboli prínosom z hľadiska efektívneho vyhľadávania porúch; boli príliš jednoduché. Napr. v spoločnosti GM to bolo tak, že ak sa stroj zastavil, museli sme hľadať príčinu zastavenia kontrolou schémy zapojenia riadiaceho systému a testovaním riadiacich obvodov. Jedinou technológiou, ktorá podporovala vyhľadávanie porúch, bola doska snímačov spájajúca pole

elektrických testovacích bodov s riadiacimi obvody stroja na prednej časti riadiaceho panelu. Aj keď teda pomôcky na riešenie úloh vyhľadávania poruchy takmer neexistovali, automatizácia a riadenie v podobe HMI robili systémy menej náchylné na poruchy a jednoduchšie sa takto zisťovali príčiny porúch ako pri predchádzajúcich systémoch.

Príchod programovateľného logického automatu

Prvá významná inovácia v oblasti aplikácií HMI nastala po nástupe programovateľných riadiacich systémov. To umožnilo aplikáciám HMI zvýšiť funkcionality jednoduchým pripojením ďalších zariadení k programovateľnému logickému automatu (PLC). V prípade poruchy dokázali HMI nielen podať informáciu o tom, že stroj sa zastavil, ale aj čo bolo príčinou jeho zastavenia. Používatelia mohli nahliadnuť do programovacieho zariadenia a nájsť chybný bit, ktorý by ich mohol naviesť k zdroju problému. PLC boli naprogramované tak, že boli pri prerušení práce stroja schopné automaticky volať obsluhu. V tom čase sa široká ponuka displejov HMI, zvyčajne poskytujúcich informáciu o stave stroja a množstve vyrobených kusov, stávala stále bežnejšou súčasťou výrobných prevádzok. Tieto displeje pozostávali z veľkého počtu indikačných svetiel. Poskytovanie všetkých potrebných informácií znamenalo, že zamestnanci museli sledovať viac indikačných svetiel ako kedykoľvek predtým; občas bolo potrebné spracovať rýchlo a efektívne príliš veľa informácií. Ak zamestnanec dobre nepoznal stroj, také množstvo informácií mu mohlo byť viac na prekážku ako na úšetrenie času.

Príchod zariadení s displejom

Objav číselného displeja, neskôr alfanumerického displeja, dal personálu údržby do rúk ešte presnejšie informácie o stave stroja,



výrazne znižujúci čas potrebný na diagnostiku problému. Pomocou číselných displejov alebo sedemsegmentových displejov LED, ktoré sú dobre známe zo starších typov kalkulačiek, získali používatelia oveľa podrobnejšie informácie o stave stroja ako kedykoľvek predtým. Prvá diagnostika dokázala zobraziť číslo vstupu/výstupu, ktorý nebol v správnom stave, alebo číslo odvolávajúce sa na vytlačný zoznam naprogramovaných chýb. Alfa-numerické displeje znamenali možnosť naprogramovať textové správy do systémov HMI, odkazujúcich sa na chybné zariadenie, príčinu chyby a spôsob riešenia tohto problému. Flexibilné, programovateľné alfanumerické displeje umožňovali zobraziť veľkú škálu textových správ, čo je aj dôvodom, prečo je tento typ displejov aj dodnes veľmi populárny. Po príchode alfanumerických displejov sa čoskoro objavili aj ďalšie funkcie. Používatelia mohli pridať do textu farbu a zadať premenné na zobrazenie takých informácií, ako napr. výrobné počty rôznych oblastí. Obsluha strojov mala tak na prvý pohľad prístup k veľkému množstvu ľahko pochopiteľných informácií. Ako sa však zariadenia stávali komplikovanejšími, začal narastať aj čas potrebný na programovanie displejov.

Úplne programovateľné aplikácie HMI

Výrazným zlomom vo vývoji HMI bolo predstavenie úplne programovateľných zariadení HMI, navrhnutých ako náhrada za staré tlačidlá a svetlá. Displeje CRT využívali programovateľné objekty napodobňujúce tlačidlá a svetlá na jednej obrazovke. Inžinieri programovali virtuálne tlačidlá a svetlá. Čoskoro sa však ukázala hranica displejov CRT – skutočnosť, že v rovnakom čase mohol byť zobrazený len určitý počet tlačidiel. Namiesto vytvorenia väčšej plochy tlačidiel, ako to robili vývojári predtým, programátori museli vytvoriť zostavy tlačidiel a svetiel na oddelených obrazovkách. Výsledkom bola narastajúca cena vývoja HMI. V GM sa pri sekvenčných strojoch veľmi rýchlo udomácnila metóda používateľskej príručky známa ako zoznam krokov. Používateľ mal možnosť vidieť presnú postupnosť a sledovať chod stroja (jeho jednotlivé kroky) v manuálnom móde. Zoznam tiež zobrazoval kroky mimo manuálneho riadenia stroja, napr. keď sa zkladali súčiastky. Vývojár dokázal rýchlo vytvoriť a zeditovať zoznam sekvencií, ktorý poskytoval jednotné rozhranie pre malé aj veľké aplikácie. Členité obrazovky nevyžadovali dokončenie sekvencie, zoznam sa mohol dynamicky aktualizovať, zobrazujú sekvenciu stroja, ktorú možno meniť na základe dovedty vykonanej práce. V súčasnosti k tomu možno pridať aj rôzne formy vizualizácie, takže používateľ má možnosť jednak čítať textové správy informujúce o tom, ktoré zariadenie zastavilo stroj, a tiež si pozrieť zobrazenie stroja so zvýrazneným chybným zariadením. Takýto systém navyše znižuje čas potrebný na opravu chyby; zároveň to však znamená nárast času potrebného na vytvorenie vi-

zualizačnej obrazovky každého stroja. Cena návrhu rastie úmerne so zvyšujúcou sa zložitou a veľkosťou stroja.

Súčasnosť a budúcnosť HMI

Úlohou súčasnej generácie aplikácií HMI je udržať celkovú cenu na prijateľnej úrovni pri exponenciálnom náraste funkčnosti rozhrania. Aby vývojári a programátori splnili požiadavky na nárast funkčnosti aplikácií HMI, používajú niektoré kreatívne programovacie techniky, pričom cenu sa snažia držať nezmenenú. Moderné aplikácie HMI ponúkajú viacnásobné prepínače a obrazovky, ktoré umožňujú využívať jeden typ obrazovky pre všetky stroje na úrovni prevádzky. Vývojári teda potrebujú len získať a preniesť údaje z konkrétnych strojov do jednotlivých HMI s cieľom ich ďalšieho zobrazovania. Dostupné funkcie sa zobrazujú prostredníctvom textového zoznamu, takže doplnenie novej vlastnosti je také jednoduché ako doplnenie riadku do textového zoznamu; to znamená úsporu využiteľnej plochy na obrazovke.

Hardvér

Za ostatných desať rokov vzrástol počet aplikácií HMI na báze PC, aj tak je však väčšina súčasných aplikácií HMI pre stroje stále tvorená špecializovanými produktmi navrhnutými na používanie v priemyselnom prostredí. Širšia akceptácia aplikácií HMI na báze PC (a riadenia na báze PC) nebola dosiahnutá aj pre nasledujúce príčiny:

- priemyselné vyhotovenie PC je drahšie ako kancelárske vyhotovenie PC; často zaostáva za krivkou technologického vývoja;
- počítače sa častejšie používajú na úrovni prevádzky ako programovacie zariadenia a zvyčajne nie sú kritickým miestom výroby; ich dočasný výpadok nemá vplyv na samotnú technológiu,
- harddisk je historicky najslabším miestom PC, vďaka čomu je PC vylúčené z nasadenia v kritických aplikáciách,
- nákup počítača, príslušného HMI a komunikačného softvéru môže stať viac ako väčšina špecializovaných priemyselných riadiacich produktov,
- komerčný trh PC neposkytuje doživotnú záruku na svoje produkty; naopak spoločnosti z oblasti riadenia priemyselných procesov chápu úlohu výrobných podnikov a ponúkajú podporu produktov dlhé roky po dátume nákupu zariadenia.

Technologické zlepšenia v oblasti aplikácií HMI na báze PC výrazne zredukovali už uvedené faktory, a to najmä cenovú nevýhodu. Širšie komerčné využitie plochých dotykových obrazoviek a zariadení s operačným systémom Windows CE znamenalo zásadný obrat v nazeraní na aplikácie HMI na báze PC, pričom tie sa v súčasnosti javia ako najlepšia voľba do budúcnosti. Prírodný vývoj by mal smerovať k preberaniu produktov na báze PC, priemyselných aplikácií klávesníc a myši. Vzájomná súčinnosť používateľa s riadením stroja na úrovni prevádzky bude pravde-



podobne podobná výberu používateľských funkcií v domácom PC. Na komerčnej úrovni sa v mnohých aplikáciách HMI používajú farebné dotykové obrazovky. Rastúci trh aplikácií plochých obrazoviek s farebným displejom, napr. v predajniach potravín, kinách, bankách či veľkých nákupných strediskách, pomôže znížiť cenu všetkých veľkostí plochých farebných obrazoviek a zruší prekážky ich používania aj v priemyselných aplikáciách. Prenosné zariadenia HMI v tvare prívěsku s malou farebnou dotykovou obrazovkou sa čoskoro stanú štandardom na každodenné použitie. Vďaka takýmto zariadeniam si budú môcť používatelia dopraviť aplikácie HMI na potrebné miesto.

Softvér

Vďaka aplikáciám na báze PC možno do HMI zapracovať viac všeobecných riadiacich objektov – rádiové tlačidlá (radio boxes) môžu nahradiť výberové prepínače, a zaškrtnávacie políčka (checkboxes) možno nahradiť tlačidlá kľopných obvodov. Tieto zmeny môžu priniesť používateľom lepšie vizuálne vnímanie a zníženie času potrebného na učenie a zaškolenie. Vývoj v oblasti softvéru HMI umožní tiež výrobcovi strojov lepšiu podporu používania rôznych jazykov, čo je dôležité najmä v súčasnom globálnom prostredí. Väčšina aplikácií podporujúcich rôzne jazyky vyžaduje, aby bol celý program znovu prepracovaný kvôli zmene textu na každej obrazovke. Ak je však text uložený v samostatných súboroch, program sa môže jednoducho dostať do každého takéhoto súboru s iným jazykom. Softvérové aplikácie HMI dokážu tiež podporovať automatizovaný návrh, v ktorom počítačové algoritmy vykonávajú opakované úlohy s vysokým stupňom podobnosti medzi jednotlivými strojmi zamerané na podrobnosti. Používanie týchto systémov stále narastá, čo môže viesť k výraznému zníženiu ceny, a to najmä pre veľké spoločnosti, ktoré každoročne inštalujú niekoľko sto strojov.

Softvér HMI môže tiež obsahovať používateľsky definované aplikácie, aplikácie tretích strán a neutrálne formáty na import údajov, čím sa skráti proces návrhu pre zákazníka. Spoločnosti z oblasti riadenia procesov môžu zase ponúknuť aplikácie pomáhajúce pri špecifických návrhoch; tým takáto spoločnosť predáva produkty s vyššou hodnotou a používateľ zredukuje celkové náklady (tzv. víťazná – víťazná situácia).

Aplikácie HMI bežiacie na Microsoft Windows znížia v nie veľmi vzdialenej budúcnosti potrebu špecifických aplikácií HMI. Výrobcovia zariadenia vedia vytvoriť program bežiaci na rovnakom HMI používajúcom sa pre niekoľko strojov, pričom z pohľadu užívateľa sa vytvára jeden zdroj informácií. Vďaka týmto programom sa výrazne zjednoduší získavanie spätnej väzby z diagnostiky a zjednodušia sa aj úlohy údržby.

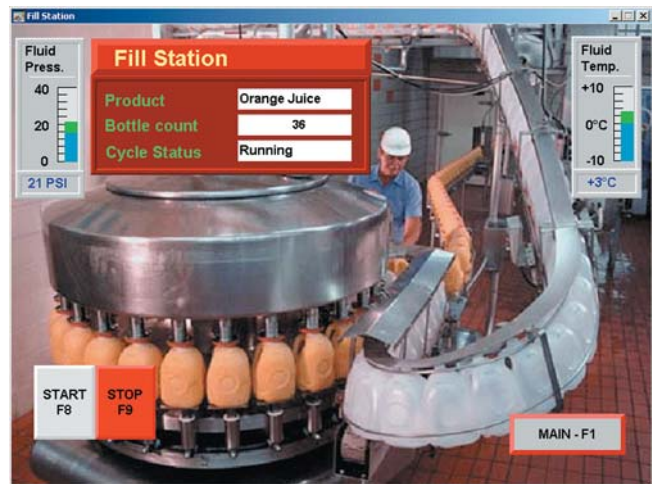
Namiesto získavania spätnej diagnostikovej väzby z HMI príslušného stroja a následné použitie iného HMI na vykonanie potrebnej údržby, používatelia môžu jednoducho použiť centrálny HMI na pripojenie k chybnému zariadeniu a problém napraviť. HMI pre stroje môžu byť tiež vybavené funkciami na aplikácie na úrovni prevádzky alebo celého podniku. Spojenie so systémami na vyššej úrovni možno jednoducho zrealizovať prostredníctvom zariadení na báze PC, čo umožňuje sprístupniť podnikové údaje priamo z HMI stroja.

Možné smery ďalšieho vývoja

Túžba po ďalšom rozšírení funkcionality a zároveň zníženie výslednej ceny smeruje k potrebe pozrieť sa aj na ďalšie možnosti, ktoré trh PC nedokáže poskytnúť.

3D vizualizácia

Aplikácie HMI budúcnosti budú možno schopné zdieľať matematické údaje s aplikáciami, ktoré sa používajú pri navrhovaní pro-



duktov a strojov. Namiesto strávenia dlhého času vytváraním 2D zobrazenia môžu byť matematické údaje o stroji priamo importované do HMI, čo umožní úplne presnú vizualizáciu stroja, samozrejme v 3D.

Integrácia vývoja logiky/HMI

V súčasnosti sa automatizácia návrhového procesu zameriava najmä na vytvorenie začiatkového návrhu. Ďalším krokom v oblasti vývoja HMI poskytne nástroj pre automatizovaný návrh počas celého životného cyklu. Keďže medzi logikou a HMI je silná väzba, budúcnosť možno prinesie spôsoby, ako tieto dve veci integrovať.

Použitie webových technológií

Prebiehajúci vývoj v oblasti HMI je postavený na schopnosti prepojiť ďalšie špecifické zariadenia. Používatelia HMI budú jedného dňa schopní prezeráť stav ostatných zariadení alebo riadiť zariadenia prostredníctvom webových technológií. Manažér na úrovni prevádzky môže tiež používať aplikáciu Webenabled HMI na získavanie informácií zo zariadení a ich využívanie na centrálny pohľad na systém.

.Net – dynamické pridelovanie aplikácií

Možno prídde čas, keď rozhranie bude potrebovať viac funkcií, ako môže poskytnúť prehliadač. Namiesto natiachnutia klientskej aplikácie do HMI, aplikácia bude sťahovaná zo zariadenia (stroja) do HMI. Technológia .Net môže byť v takomto procese dobrým základom pri výraznom znížení závislosti od rôznorodých platforiem a hardvérových komponentov.

Budúcnosť HMI je sľubná. Napriek tomu sú rozhodnutia, aké zariadenia použiť v dnešných aplikáciách HMI, zvyčajne ovplyvňované cenou a spoľahlivosťou, ktoré môžu často vylúčiť zariadenia s najvyššou funkcionalitou. Vďaka nástupu nových technológií budú vývojári systémov schopní ponúknuť zákazníkom oveľa výkonnejšie riadiace systémy, ktoré budú schopné plniť požiadavky výroby v budúcnosti.

Publikované so súhlasom autorov.

Nigel Hitchings

Rockwell Automation
European Center of Excellence – Commercial Marketing

Noel Miller

Staff Manufacturing Engineer, General Motors

Jay Schroeder

Superintendent, Manufacturing Engineering, General Motors

