

APLIKACJA SYSTEMU InTouch DO MONITOROWANIA STANU ZROBOTYZOWANEGO GNIAZDA PRODUKCYJNEGO

Gabriel KOST, Daniel RECLIK

Streszczenie: W pracy przedstawiono ważny z punktu widzenia sterowania produkcją problem monitorowania systemu technologicznego, którego bieżący stan bezpośrednio wpływa na jakość realizowanej produkcji. Omówiono jedno z narzędzi nadzorowania procesu technologicznego w trybie on-line, jakim jest Wonderware InTouch należący do systemów klasy SCADA. Omówiono przykładową aplikację InTouch dla zrobotyzowanego systemu produkcyjnego.

Słowa kluczowe: sterowanie procesem technologicznym, wizualizacja procesu technologicznego, systemy SCADA.

1. Wstęp

Konieczność obniżania kosztów, podwyższania jakości i możliwości szybkiej reakcji na potrzeby rynku zmusza firmy do ulepszania systemów automatyzacji produkcji. Aby usprawnianie procesu technologicznego (a w szczególności szybkie lokalizowanie i usuwanie występujących w nim nieprawidłowości) było w ogóle możliwe, potrzebna jest szczegółowa wiedza o jego przebiegu. Na tę wiedzę składa się cały szereg informacji o pracy poszczególnych urządzeń, przepływie materiałów, wartościach pomiarów rozmaitych parametrów procesu itp. Stąd też niezbędne są odpowiednie systemy informatyczne, zapewniające efektywne gromadzenie i wygodne udostępnianie pożądanych informacji. W systemach tych można wyróżnić pewne poziomy funkcjonalne zarządzania przedsiębiorstwem oraz kierowania i nadzorowania produkcją [1, 2]:

- Poziom I: Sterowanie produkcją w czasie rzeczywistym – procedury bezpośredniego sterowania poszczególnymi urządzeniami ciągu technologicznego (ang. CNC - Computerized Numerical Control, PLCs - Programmable Logic Controllers),
- Poziom II: Wizualizacja i nadzór nad procesem produkcji – optymalizacja pracy urządzeń technologicznych; raportów z danymi dot. stanów urządzeń i parametrów sterowania procesem (ang. SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition, HMI - Human Machine Interface),
- Poziom III: Śledzenie produkcji i materiałów, optymalizacja procesu – rejestracja i wymiana danych (ang. ERP - Enterprise Resources Planning),
- Poziom IV: Systemy ERP lub MRP (ang. Manufacturing Resources Planning).

Nowoczesny system oprogramowania przemysłowego musi w czasie rzeczywistym dostarczać informacji z poziomu produkcji na pozostałe poziomy przedsiębiorstwa, dokładnie wtedy i tam gdzie są potrzebne. Właśnie takie cechy posiada oprogramowanie SCADA, które charakteryzuje się tzw. skalowalnością tj. możliwością rozbudowy sprzętowej i programowej bez konieczności dokonywania istotnych zmian w istniejącej strukturze (urządzeń i programu) [2, 3, 4].

2. Systemy SCADA

SCADA jest oprogramowaniem wykorzystywanym do zbierania danych ze sterowanego procesu i przesyłającego te dane do centralnego komputera, w którym są one wykorzystywane do zarządzania i sterowania. Do podstawowych funkcji oprogramowania SCADA należą: wizualizacja pracy procesu na obrazie synoptycznym, wybór i zadawanie parametrów technologicznych, sterowanie automatyczne, zdalne sterowanie węzłami technologicznymi, zezwalanie na sterowanie remontowe, alarmowanie o awariach i przekroczeniach parametrów technologicznych z podpowiedziami dla operatora, ułatwianie operatorowi działania w sytuacjach wyjątkowych (system podpowiedzi), gromadzenie danych archiwalnych o monitorowanym procesie [5].

2.1. Struktura sprzętowa systemów SCADA

W strukturze sprzętowej systemów SCADA można wyróżnić trzy zasadnicze poziomy [2, 5, 6]:

- stacje operatorskie (dyspozytorskie, inżynierskie; zakładowe sieci danych),
- stacje przetwarzające (serwery danych – magistrale obiektowe bazujące na sieciach typu fieldbus) - kompletowanie i przetwarzanie otrzymanych sygnałów pomiarowych i stanów urządzeń, archiwizuje informacje o procesie i udostępnianie je stacjom operatorskim,
- stacje obiektowe - zbieranie i przesyłanie zmiennych procesowych do stacji danych urządzenia automatyki bezpośrednio współpracujące z obiektem (PLC, CNC, itp.), posiadające łącze komunikacyjne i jawny protokół wymiany informacji.

3. Opis problemu

Praca dotyczy systemu monitorowania zintegrowanego informacyjnie systemu produkcyjnego na przykładzie zrobotyzowanego gniazda.

Celem pracy jest wykonanie aplikacji monitorującej w systemie klasy SCADA (InTouch) oraz konfiguracja serwera wymieniającego dane pomiędzy systemem zrobotyzowanym a aplikacją, wykonanie graficznego modelu gniazda zrobotyzowanego dla celów wizualizacji procesu sterowania i uruchomienie aplikacji oraz przeprowadzenie prób eksploatacyjnych.

W pracy przyjęto następujące założenia: wszystkie elementy gniazda obróbczego powinny mieć możliwość komunikowania się ze sobą, aplikacja powinna zapewniać możliwość monitorowania pracy wszystkich urządzeń będących elementami gniazda obróbczego, zadaniem aplikacji monitorującej ma być zbieranie i wizualizacja danych pochodzących z systemu, ich raportowanie oraz informowanie o alarmach, aplikacja monitorująca pracę gniazda powinna składać się z dwóch powiązanych ze sobą składników (monitorowanie sygnałów, alarmów oraz nadzór nad całością powinien odbywać się na poziomie aplikacji InTouch, wizualizacja pracy gniazda).

3.1. Oprogramowanie Intouch do monitorowania stanu procesów produkcyjnych

Wonderware InTouch [2, 5, 7] to przemysłowe oprogramowanie zaprojektowane do wizualizacji oraz kontroli procesów produkcyjnych, w pełni zgodne ze standardem

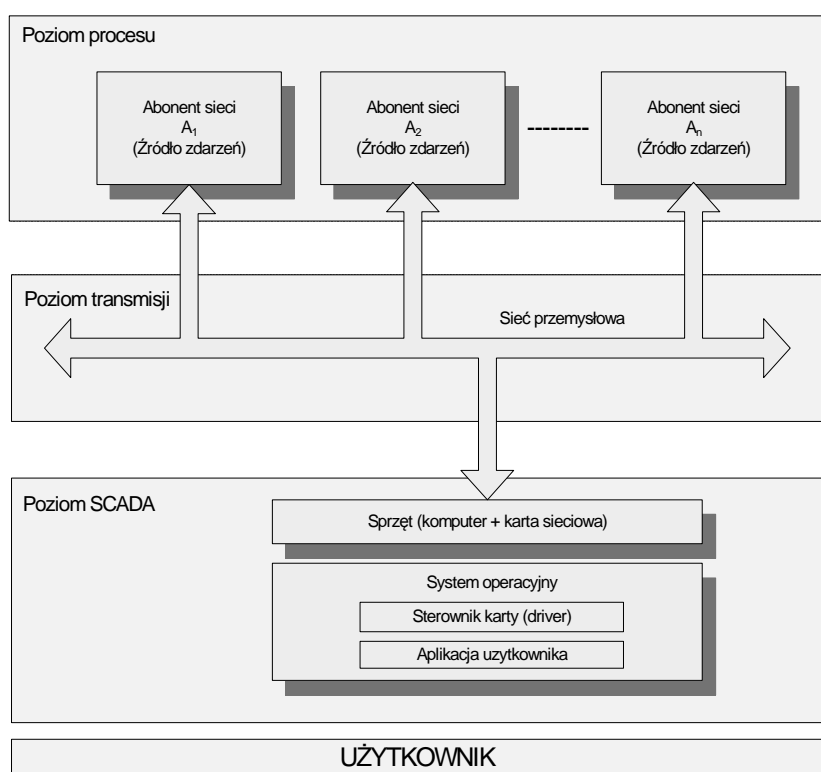
systemów klasy SCADA. Oferuje łatwe w użyciu i intuicyjne środowisko do projektowania aplikacji oraz rozległą funkcjonalność umożliwiającą szybkie projektowanie, testowanie oraz wdrażanie systemów sterownia produkcją. InTouch charakteryzuje się otwartym i elastycznym oprogramowaniem, umożliwiającym łatwe dostosowanie aplikacji do aktualnych potrzeb przy zachowaniu szerokiej możliwości połączeń z urządzeniami oraz systemami spotykanymi w przemyśle, dzięki budowaniu aplikacji z gotowych, łatwo konfigurowalnych elementów jak obiekty graficzne, obiekty analiz stanów alarmowych czy archiwizacja i wyświetlanie historii parametrów procesowych, maleje czas oraz koszty uruchomienia systemu wizualizacji produkcji, sterowania i analizy procesu [2, 5]. Dodatkowymi atutami tego programu jest możliwość wglądu w proces z każdego miejsca na świecie przy pomocy nowych technologii.

Użycie serwera SQL umożliwia monitorowanie i wizualizację procesu przy pomocy komputera podłączonego do sieci Internet [1, 2, 3, 5, 7].

4. Struktura informatyczna opracowanego systemu

Struktura opracowanego systemu informatycznego ma postać wielowarstwową (rys. 1). System posiada rozproszoną strukturę obsługi procesu. Można w nim wyróżnić trzy główne poziomy: procesu, komunikacji (transmisji danych) i wizualizacji (SCADA) [2].

Przepływ informacji odbywa się od poziomu procesu przez poziom transmisji do poziomu SCADA.



Rys. 1. Struktura przepływu informacji w zaprojektowanej aplikacji [7]

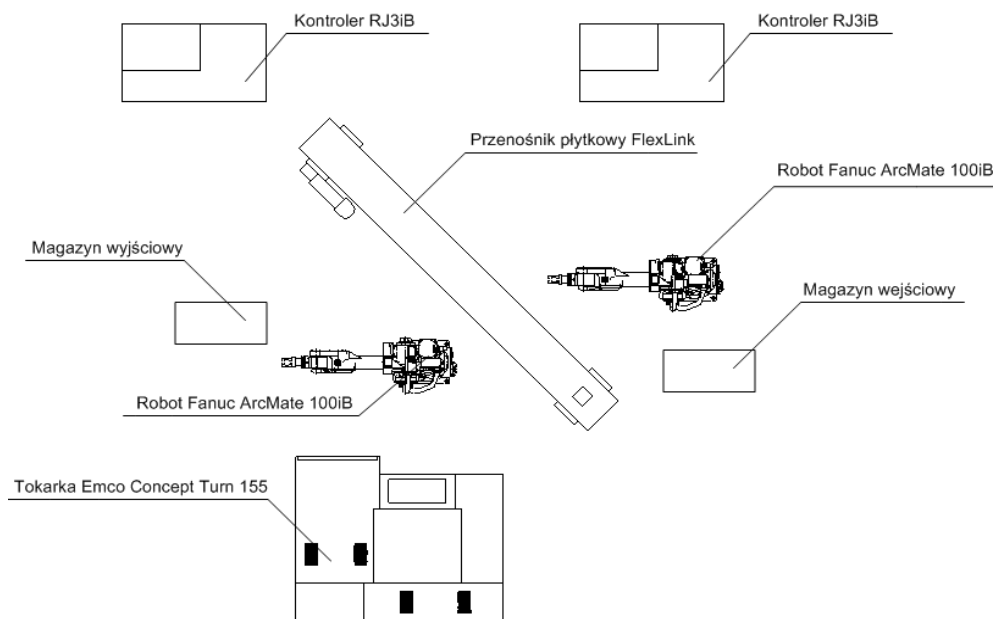
Poziom procesu jest zbiorem zawierającym wszystkich abonentów generujących zdarzenia (informacje) podlegające wizualizacji, są to m.in. roboty przemysłowe, obrabiarka sterowana numerycznie oraz liniowy przenośnik płytkowy.

Poziom transmisji umożliwia przetransmitowanie strumienia danych generowanych przez poziomy proces w tzw. czasie rzeczywistym oraz gwarantuje stały rozkład strumienia zdarzeń [8].

Najistotniejszym elementem systemu z punktu widzenia zakresu opracowania jest pozioma wizualizacja. Pozioma wizualizacja realizuje szereg działań, z czego za kluczowe można uznać dwa tj. bezpośrednią wizualizację zdarzeń, czyli niezwłoczne przekazywanie informacji o wystąpieniu zdarzenia dla użytkownika oraz rejestrację i archiwizację zdarzeń [9, 10, 11].

4.1. Poziomy proces

Strukturę elastycznego zrobotyzowanego systemu produkcyjnego pokazano na rys. 2. Elementy zrobotyzowanego gniazda obróbczego są zintegrowane sygnałowo (siecią sygnałów binarnych 0/1) oraz siecią przemysłową typu fieldbus Profibus DP.



Rys. 2. Schemat zrobotyzowanego gniazda obróbczego

Sterownik jednego robota obsługującego obrabiarkę EMCO jest elementem zarządzającym całością, przy pomocy którego następuje wymiana informacji pomiędzy programatorem, a zespołem wykonawczym oraz urządzeniami peryferyjnymi połączonymi w sieci.

4.2. Pozioma komunikacja

Komunikację pomiędzy poszczególnymi elementami zrobotyzowanego systemu

wytwarzania można podzielić na dwie zasadnicze części:

- komunikacja pomiędzy elementami wykonawczymi systemu wytwórczego (robot master i pozostałe urządzenia technologiczne systemu-slave) oparta jest na sieci Profibus oraz sygnałach binarnych,
- komunikacja w ramach systemu SCADA (transmisja danych z części wytwórczej systemu oraz wymiana danych obrębie aplikacji monitorującej) - komunikacja InTouch – Excel.

Sygnały binarne przesyłane są pomiędzy robotami (robot-master steruje zadaniami obrabiarki i robota-slave; robot-slave steruje pracą przenośnika), tzn. wejścia robota master zostały połączone z wyjściami robota slave i odwrotnie. Numeracja wejść oraz wyjść zależna jest od konfiguracji układu sterowania robotów.

W przypadku komunikacji sieciowej robot master został połączony z robotem slave z wykorzystaniem sieci Profibus DP [12]. Sieć Profibus DP posiada strukturę magistrali opartej na standardzie RS485. Prędkość komunikacji w sieci wynosi 12 Mbd. Obydwa roboty zostały połączone w sieci wg protokołu mono master.

Z kolei komunikacja pomiędzy robotem master, a pozostałymi obiektami struktury technologicznej systemu obróbkowego jest wykonana w oparciu o kartę wejść/wyjść binarnych AIF01A robota. Przepływ sygnałów odbywa się pomiędzy kartą wejść/wyjść znajdującą się w obrabiarce oraz kartą AIF01A. Łączy poszczególnych wejść jednego urządzenia połączone są bezpośrednio z wyjściami drugiego urządzenia.

Sygnały wyjściowe obrabiarki odpowiadają odpowiednim sygnałom wejściowym robota master i analogicznie sygnały wyjściowe robota master odpowiadają odpowiednim sygnałom wejściowym obrabiarki. Poszczególne sygnały są związane z typowymi stanami obrabiarki, przenośnika i magazynów (postój, praca, otwarcie drzwi obrabiarki, włączone obroty wrzeciona itp.)

5. Konfiguracja sieci komputerowej

System monitorowania pracy zrobotyzowanego gniazda obróbczego wykorzystuje sieć Ethernet do komunikacji z elementami gniazda. Sieć komputerowa została zbudowana na zasadzie topologii gwiazdy, gdzie komputer z zainstalowaną aplikacją jest serwerem, a elementy gniazda obróbczego są terminalami, z których są pobierane dane na temat procesu.

W ramach pracy została zbudowana sieć, która opiera się na topologii gwiazdy (technologia 100Base-TX [12]). Kontrolery RJ3iB oraz aplikacja monitorująca zainstalowana na komputerze klasy PC wymieniają dane pomiędzy sobą poprzez urządzenie przekierowujące, jakim jest switch. Takie połączenie pozwala na ograniczenie liczby urządzeń w sieci, oraz korzystanie wyłącznie z jednego komputera i jednej karty sieciowej do odbierania pakietów danych. Topologia gwiazdy zawiera serwer i łączy do niego pozostałe elementy sieci hub (koncentrator). Większość zasobów znajduje się na serwerze, którego zadaniem jest przetwarzać dane i zarządzać siecią. Pozostałe elementy tej sieci (terminalami) korzystają z zasobów zgromadzonych na serwerze [2].

W celu poprawnej komunikacji pomiędzy urządzeniami systemu monitorowania oraz systemem produkcyjnym, wykonano konfigurację połączenia pomiędzy kontrolerami RJ3iB robotów FANUC oraz komputerem z zainstalowanym pakietem oprogramowania InTouch. Do głównych zadań należało nadanie numerów IP kontrolerom RJ3iB (zarówno 60 dla robota master jak i robota slave), konfiguracja karty sieciowej oraz kontrola poprawności wykonanych połączeń.

Dla każdego z kontrolerów RJ3iB robotów Fanuc tj. dla kontrolera robota master i slave zostały przypisane numery IP. Pozostałe parametry konfiguracyjne zostały przypisywane automatycznie przez sterownik RJ3iB robota. W kolejnym kroku zdefiniowano parametry karty sieciowej. Brama domyślna oraz serwer DNS pozostają nieokreślone.

Wymiana danych pomiędzy kontrolerami RJ3iB a robotami odbywa się poprzez urządzenie przekierowujące (switch).

5.1. Konfiguracja połączenia kontroler RJ3iB - Excel

System monitorowania gniazda obróbczego opiera się na architekturze klient – serwer. Rozpatrując połączenie pomiędzy kontroler RJ3iB – komputer, kontroler jest serwerem danych a klientem jest program Excel, który odpytuje serwer w zadanych odstępach czasowych. Dane zapisywane są w komórkach Excela i w kolejnym etapie służą jako źródło danych dla aplikacji InTouch.

Bieżące informacje o stanie robota są importowane poprzez sieć Ethernet do programu Excel, gdzie są odpowiednio przygotowane do pobrania przez program InTouch.

W celu importu danych z serwera, jakim jest kontroler robota Fanuc wykorzystana została kwerenda sieci Web, która jest jedną z możliwości wymiany danych, wbudowaną w program Excel.

Do zautomatyzowania procesu pobierania danych z serwera został przygotowany program zapisany w języku programowania Visual Basic for Applications. Umożliwia on pobieranie danych z serwera w określonych interwałach czasowych. Dodatkowo została użyta zewnętrzna aplikacja tzw. timer, który pozwala na odmierzanie czasu z dokładnością do jednej milisekundy. Na potrzeby aplikacji InTouch został przyjęty czas odświeżania na poziomie 1000 milisekund. Pozwala to na płynną wymianę danych pomiędzy programem Excel a kontrolerem robota, a także jest wystarczający do ciągłej wizualizacji danych w aplikacji InTouch.

5.2. Konfiguracja połączenia Excel - InTouch

W zaprojektowanej aplikacji InTouch wymienia dane z innymi programami Windows, serwerami komunikacyjnymi Wonderware oraz innymi programami komunikacyjnymi, zapewniającymi łączność z urządzeniami zewnętrznymi, za pomocą dwóch protokołów komunikacyjnych: mechanizmu dynamicznej wymiany danych Microsoft Dynamic Data Exchange (DDE) oraz protokołu Wonderware SuiteLink.

6. Raportowanie danych

W pracy przedstawiono sposób raportowania danych w programie InTouch wykorzystujący zewnętrzną aplikację MS Excel, a dane eksportowane są w czasie bieżącym za pomocą protokołu komunikacyjnego DDE/SuiteLink. W tym celu opracowano makroinstrukcje Excela do generowania zestawienia raportowego i wykresu wartości zmiennych aplikacji InTouch.

Pierwszym krokiem w tworzeniu automatycznego raportowania danych było przygotowanie pliku raportowego. W tym pliku generowane są automatycznie raporty. Informacje do tych raportów są przygotowywane przez inny plik z makrami.

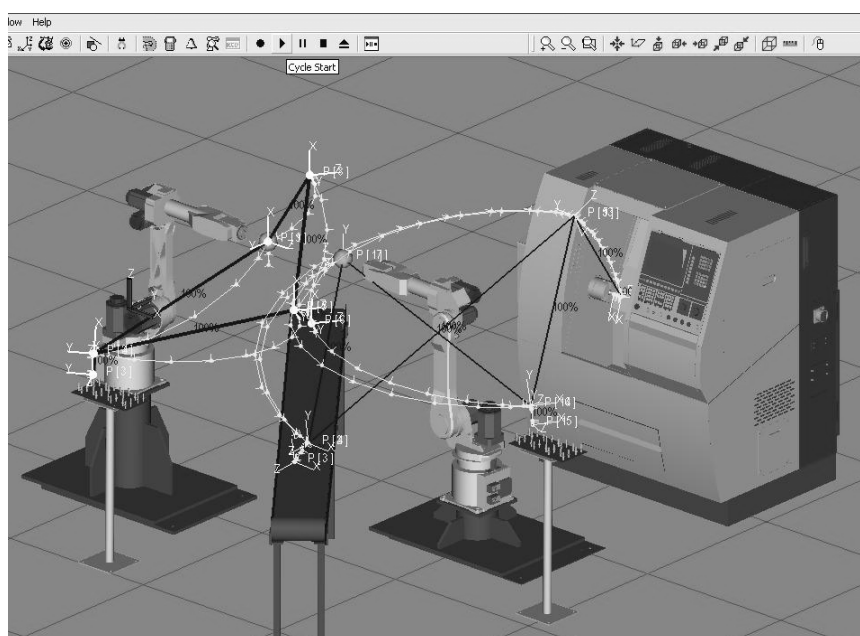
W kolejnym kroku przygotowany został zeszyt zawierający procedury raportowe. Plik ten nawiązuje komunikację z aplikacją InTouch oraz pobiera dane do raportu oraz steruje

obróbką danych w tymże raporcie. W kolejnym etapie zostało utworzone makro DDE, która inicjuje komunikację Dynamic Data Exchange (DDE) z aplikacją Window Viewer (InTouch). Makro to pobiera wartości zmiennych z aplikacji InTouch i przekazuje je do arkusza zestawienie.xls

W ostatnim etapie została utworzona procedura powodująca opóźnienie (zwłokę czasową) w programie, a następnie wywołująca ponownie procedurę DDE.

7. Poziom wizualizacji

Monitorowanie stanu pracy gniazda obróbczego, stanu wejść/wyjść, alarmów oraz trendów odbywa się w środowisku InTouch. Natomiast do monitorowania stanu urządzeń technologicznych systemu produkcyjnego (wizualizacja) zostało wykorzystane zaawansowane środowisko graficzne 3D (rys. 3).



Rys. 3. Model graficzny gniazda obróbkowego [11]

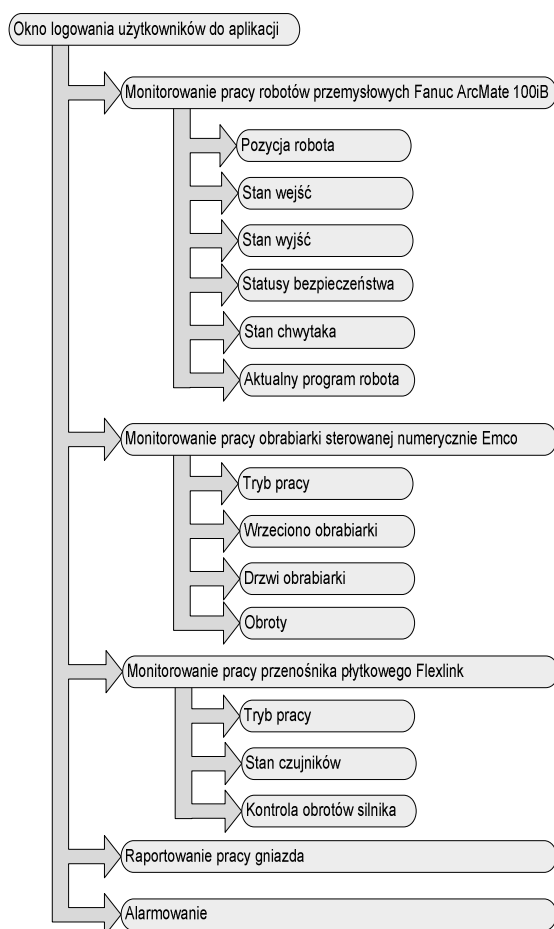
Komunikacja modelu graficznego z kontrolerami robota odbywa się poprzez protokół Ethernet. W tym celu zostały utworzone dwa wirtualne symulatory robotów Fanuc tj. jeden symulator robota master oraz jeden symulator robota slave, którym przypisano nr IP identyczne z IP odpowiednich sterowników.

Czas odświeżania został określony na 100 milisekund. Pozwala to z jednej strony na płynną symulację robotów w czasie rzeczywistym, a nie obciąża sieci w sposób, który mógłby powodować opóźnienia w dostarczaniu pakietów danych.

8. Aplikacja monitorująca pracę gniazda

Aplikacja monitorująca zrobotyzowane gniazdo obróbcze została przygotowana w module WindowMaker programu InTouch [11]. W aplikacji zostały uwzględnione

wszystkie główne cechy, jakie powinien zapewniać system SCADA. Przygotowana aplikacja pozwala na bieżące pozyskiwanie danych z gniazda obróbczego, monitorowanie systemu w czasie rzeczywistym, archiwizację pobranych danych oraz ich raportowanie, a także informuje użytkownika o alarmach występujących w systemie. Aplikacja monitorująca posiada strukturę hierarchiczną (rys. 4), w której na każdym z poziomów związanych z urządzeniami systemu produkcyjnego monitorowane są parametry tych urządzeń w taki sposób, aby ich obsługa była intuicyjna. Ułatwia to pracę operatorowi i przyspiesza poruszanie się po aplikacji.



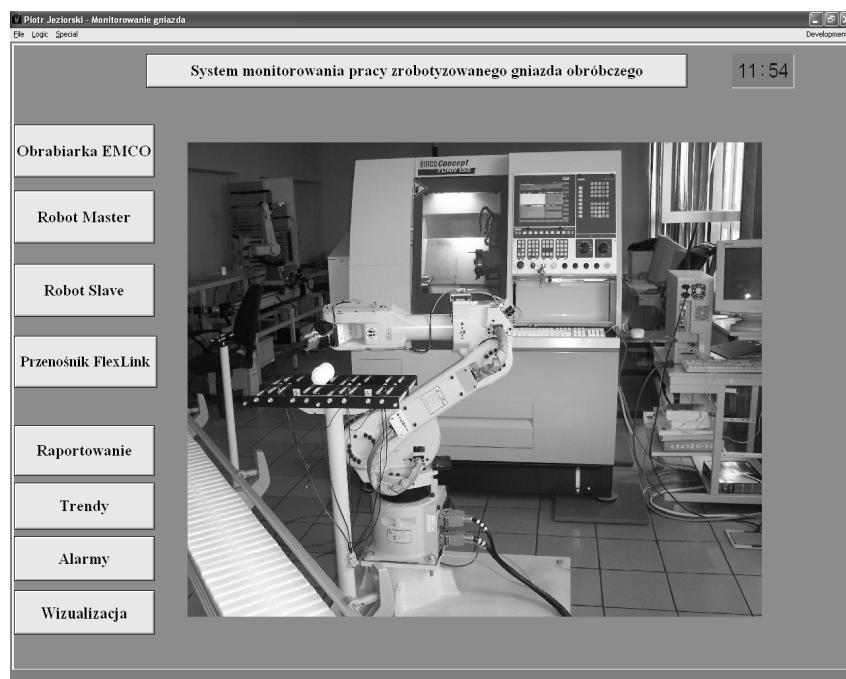
Rys. 4. Struktura aplikacji InTouch [11]

Aplikacja monitorująca została zbudowana na wzór architektury serwer-klient, w której aplikacja pełni funkcję klienta, który za pomocą zapytań pobiera dane z urządzeń będących częścią systemu produkcyjnego (robotów, obrabiarki oraz przenośnika). Ma ona również możliwość, za pomocą zaprojektowanych formularzy, wysyłania zapytań, a urządzenie rozsyłające pakiety danych rozsyła zapytania do odpowiednich urządzeń, te zaś w formie odpowiedzi dostarczają dane do aplikacji. Okno główne aplikacji pokazano na rys. 5.

Składa się z przycisków z łączami do kolejnych okien monitorujących pracę poszczególnych urządzeń systemu.

Okno to umożliwia również raportowania pracy gniazda obróbczego, zbieranie danych na temat pozycji robota oraz tworzenie raportów na podstawie zebranych danych, a także drukowania wybranych danych (zarówno bieżących jak i historycznych) z poziomu aplikacji InTouch oraz podgląd raportów historycznych [11].

Dodatkowymi możliwościami omawianej aplikacji jest możliwość monitorowania alarmów umożliwia podgląd wszystkich stanów alarmowych, jakie istnieją w systemie. Daje to możliwość podglądu alarmów osobno dla każdego urządzenia występującego w systemie jak również jednoczesnego podglądu alarmów dla wszystkich urządzeń (daty i godziny wystąpienia alarmu, typu alarmu i jego priorytetu, nazwy zmiennej, dla której wystąpiło zdarzenie alarmowe, grupy, do której należy zmienna oraz wartości zmiennej).



Rys. 5. Okno główne aplikacji monitorującej pracę gniazda obróbczego [7]

9. Podsumowanie

Zaprojektowana aplikacja spełnia wszystkie podstawowe wymagania, jakie są stawiane systemom klasy SCADA tj.: zbiera i archiwizuje dane z gniazda obróbczego, monitoruje przebieg procesu wytwórczego, przedstawia w sposób graficzny zmiany następujące w procesie.

Wykorzystana w aplikacji sieć Ethernet zapewnia stabilny przepływ sygnałów pomiędzy kontrolerami robotów i systemem SCADA, jednocześnie zapewniona jest szybkość komunikacji, która pozwala na pracę aplikacji bez opóźnień. Pozwala to na lokalizację oraz natychmiastową reakcję na negatywne skutki funkcjonowania algorytmu

sterującego systemem oraz urządzeń technologicznych, a także na nadzór nad całym procesem produkcyjnym.

Aplikacje tego typu pozwalają na dostarczanie operatorom informacji ułatwiających podejmowanie decyzji dotyczących usprawnienia produkcji. Ciągłe monitorowanie procesu pozwala na pozyskiwanie danych, na których możliwe jest przeprowadzanie różnorodnych analiz oraz generowanie raportów będących punktem wyjścia do planowania przyszłych procesów technologicznych.

Literatura

1. Biuletyn Automatyki 33 (3/2002), Wydawnictwo Astor, Kraków.
2. InTouch, tworzenie i serwisowanie aplikacji. Materiały szkoleniowe. Astor Kraków 2004.
3. Biuletyn automatyki 32 (2/2002), Wydawnictwo Astor, Kraków.
4. Biuletyn automatyki 39 (1/2004), Wydawnictwo Astor, Kraków.
5. InTouch 7.0 Podręcznik użytkownika, Astor, Kraków, 1997.
6. Biuletyn automatyki 41 (3/2004), Wydawnictwo Astor, Kraków.
7. www.astor.com.pl
8. Lis S., Santarek K., Strzelczak S.: Organizacja elastycznych systemów produkcyjnych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1994.
9. Biuletyn automatyki 43 (1/2005), Wydawnictwo Astor, Kraków.
10. Biuletyn automatyki 45 (3/2005), Wydawnictwo Astor, Kraków.
11. Jeziorski P.: Monitorowanie procesów technologicznych z użyciem systemu klasy SCADA. Gliwice, 2008, niepublikowane.
12. Profibus – technologia i aplikacje. Profibus PNO Polska. Listopad 2004.

Mgr inż. Daniel RECLIK

Dr hab. inż. Gabriel KOST, Prof. nzw. Pol. Śl.

Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów

Wytwarzania, Politechnika Śląska w Gliwicach

44-100 Gliwice, ul. Konarskiego 18A,

tel.: (032) 237-16-09

e-mail: daniel.reclik@polsl.pl

gabriel.kost@polsl.pl