

Sieci mikroprocesorowe od podstaw (5)

Tadeusz Goszczyński

Opisano sposób projektowania systemu sieci mikroprocesorowej. Zasady łączenia urządzeń mikroprocesorowych w sieci tworzące rozproszone systemy monitorowania i sterowania oraz opis mikroukładu przeznaczonego do obsługi takiej sieci zostały zamieszczone w poprzednich numerach PAR.

Projektowanie systemów wykorzystujących sieci mikroprocesorowe

Modularna struktura systemu sieciowego narzuca także modułowy system opracowania nowej aplikacji. Typowy cykl pracy przy uruchomieniu nowej instalacji obejmuje następujące czynności:

- zdefiniowanie zadania do wykonania,
- wyznaczenie węzłów i ich funkcji,
- zdefiniowanie połączeń logicznych,
- napisanie programu aplikacyjnego dla każdego węzła,
- uruchamianie, wykrywanie błędów i testowanie,
- instalowanie i testowanie współpracy.

Definiowanie zadania

Zależnie od typu aplikacji ten krok może być prosty lub bardzo złożony. Zdefiniowanie zadania może być skomplikowane na przykład dla systemu do sterowania dużą liczbą funkcji w budynku zawierającym sterowanie oświetleniem, klimatyzacją, ogrzewaniem i kontrolą bezpieczeństwa dostępu lub dla aplikacji przemysłowej z zastosowaniem wielu czujników i siłowników w procesie produkcyjnym.

Przed projektowaniem urządzenia muszą być zdefiniowane wymagania dotyczące sposobu instalacji sieci, gdyż mogą one wpływać na projekt urządzenia. Można wyróżnić trzy podstawowe sposoby:

- **instalacja stała** – ustalana w czasie produkcji, np. sieć elementów sterowania w samochodzie ma konfigurację i adresowanie stałe i powielane w każdym egzemplarzu samochodu bez obawy o konflikt z inną siecią;
- **instalacja za pomocą specjalizowanego węzła** – węzeł konfiguracyjny musi zawierać specjalny program tzw. network management tool i bazę danych. Przy tego typu instalacji sieci wykorzystuje się proste urządzenia interfejsu użytkownika takie jak klawiatury numeryczne, wyświetlacze LCD, przełączniki obrotowe itp.;
- **instalacja za pomocą komputera PC** – jest zalecana w przypadkach rozbudowanych i skomplikowanych sieci, gdy zachodzi potrzeba korygowania

pracy systemu w trakcie uruchamiania go na obiekcie i później w czasie pracy obiektu. Komputer PC nie jest instalowany na stałe, lecz służy jedynie jako narzędzie uruchomieniowe. Zawiera on także analizator protokołu transmisji do diagnozowania problemów przepustowości przy sieciach o różnych mediach transmisji danych. Ma również możliwość zmian odpowiednich parametrów protokołu transmisji i bazy danych topologii sieci.

Stworzenie łatwego i wygodnego interfejsu obsługi systemu jest bardzo ważne dla funkcjonalności całego systemu, lecz dla skomplikowanych systemów może to być bardzo kosztowne zadanie. Obecnie integrаторzy systemów często uważają, że najefektywniejsze jest budowanie ich z istniejących dostępnych oprogramowań przez uzupełnienie ich o odpowiednie elementy tworzone specjalnie dla uruchomianego systemu. Wspólną platformą dla takich interfejsów może być środowisko Windows 95 lub Windows NT.

Na wymagania instalacyjne mogą także wpływać wymagania dotyczące obsługi systemu i wykonywania napraw. Idealnym scenariuszem serwisowym jest natychmiastowe informowanie o uszkodzonym urządzeniu pracownika serwisu, który odłącza uszkodzone, a wpią w to miejsce nowe urządzenie automatycznie skonfigurowane tak samo, jak było wymieniane uszkodzone urządzenie. Może to być uzyskane przez specjalizowane urządzenie obsługujące system, które ma w pamięci kopię konfiguracji każdego pracującego urządzenia i okresowo sprawdza prawidłowość pracy wszystkich urządzeń systemu.

Wyznaczenie węzłów i ustalanie ich funkcji

Po ustaleniu zadania dla aplikacji system musi być podzielony na wiele urządzeń, z których każde stanowi niezależny obiekt składający się z mikroukładu sieciowego, jednego lub kilku obwodów wejść/wyjść, nadajnika/odbiornika komunikacyjnego i opcjonalnie procesora nadrzędnego. Podział funkcji między urządzenia może mieć duży wpływ na wydajność systemu. Przed zakończeniem tego punktu powinna zostać wykonana analiza najgorszego przypadku pracy systemu w celu zapewnienia wystarczającego pasma przenoszenia dla komunikacji w systemie. Projekt sieci specyfikuje liczbę i typy urządzeń, sposób połączeń logicznych między urządzeniami, miejsca gdzie zostaną zainstalowane urządzenia i jak rutery podzielą sieć na segmenty.

* Mgr inż. Tadeusz Goszczyński w 1969 r. ukończył Wydział Elektryczny PW. Od 1971 r. pracuje w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów, obecnie jako kierownik pracowni w Zakładzie Automatyki Elektronicznej. Zajmuje się komputerowymi systemami pomiarowymi i zastosowaniem sieci mikroprocesorowych.

Najczęściej stosowanymi urządzeniami są czujniki, silowniki, sterowniki i regulatory oraz narzędzia do obsługi sieci. Czujniki służą do raportowania wartości fizycznych, silowniki do sterowania silnikami, zaworami, grzejnikami i innymi urządzeniami wykonawczymi. Regulatory i sterowniki realizują algorytm sterowania i zapewniają współpracę czujników z silownikami. Narzędzia do obsługi sieci umożliwiają instalację, diagnozowanie, obsługę serwisową, monitorowanie i funkcje kontrolne dla sieci. Jeden węzeł sieci może łączyć w sobie funkcje wszystkich tych urządzeń lub kilku z nich.

Zdefiniowanie połączeń logicznych każdego węzła

Technologie zorientowanego obiektowo programowania udowodniły wyższość izolowania rozwiązania wewnętrznego każdego elementu systemu od jego interfejsu zewnętrznego. Zewnętrzny interfejs urządzenia zapewnia jedynie realizację jego zależności od innych urządzeń systemu izolując każdy element systemu od szczegółowych rozwiązań pozostałych elementów. Organizacja użytkowników systemu LonWorks w celu standaryzacji urządzeń produkowanych przez różne firmy zdefiniowała standardowe obiekty oznaczone znakiem LonMark. Takie obiekty definiują standardowe formaty wprowadzania i wyprowadzania danych z urządzeń LonWorks. Zostały, na przykład, zdefiniowane następujące obiekty:

- **obiekt czujnika otwartej pętli** – może być zastosowany dla każdego czujnika wielkości fizycznej lub stanu obiektu. Ten obiekt dostarcza dane bezpośrednio do obiektu wykonawczego (*actuator*) lub do obiektu sterownika;
- **obiekt czujnika zamkniętej pętli** – może być zastosowany dla każdego czujnika wielkości fizycznej lub stanu obiektu. Ten obiekt ma dodatkowo pętlę sprzężenia zwrotnego informującego o stanie obiektu wykonawczego, co umożliwia sterowanie jednego obiektu wykonawczego z kilku czujników lub sterowanie kilku obiektów wykonawczych z jednego czujnika. Sprzężenie pozwala zachować synchronizację między aktualnym i pożądanym stanem obiektów;
- **obiekt wykonawczy otwartej pętli** – może być zastosowany dla każdego elementu wykonawczego, np. silnik, zawór. Może on być kontrolowany zdalnie przez algorytm sterowania w sterowniku lub bezpośrednio przez obiekt czujnika. Jest on właściwy dla aplikacji, gdzie nie ma sprzężenia zwrotnego od urządzenia wykonawczego;
- **obiekt wykonawczy zamkniętej pętli** – może być zastosowany dla każdego elementu wykonawczego, np. silnik, zawór. Ten obiekt ma dodatkowo pętlę sprzężenia zwrotnego informującego o stanie obiektu wykonawczego, co umożliwia sterowanie jednego obiektu wykonawczego z kilku czujników lub sterowanie kilku obiektów wykonawczych z jednego czujnika;

- **obiekt sterownika** – stosowany do wprowadzenia algorytmu sterującego lub regulacyjnego między obiekty dostarczające danych, jak obiekty czujników, a obiekty wykorzystujące dane, takie jak obiekty wykonawcze;
- **obiekt węzła** – to obiekt organizacyjny sieci stosowany do raportowania stanu obiektów w urządzeniu i odczytywaniu stanu innych obiektów. Ponadto wspomaga on zadania instalacji węzła i przesyłania zbiorów.

Obiekty LonMark wymieniają dane

Obiekty LonMark wymieniają dane przez wejściowe i wyjściowe zmienne sieciowe łączone logicznie w celu przekazywania informacji między obiektami. Aby mieć pewność, że aplikacja jednorodnie interpretuje dane przesyłane przez zmienne sieciowe, każda zmienna ma zadeklarowany typ zmiennej, który specyfikuje jej format. Zestaw standardowych typów definiuje dla ponad stu zmiennych sieciowych standardowe jednostki, zakresy i numery identyfikacyjne.

Właściwości konfiguracyjne

Każdy obiekt LonMark ma zestaw właściwości konfiguracyjnych umożliwiający konfigurowanie przez użytkownika trybu pracy urządzenia, np. wybór zakresu przetwarzania. Właściwości konfiguracyjne mogą być opisane za pomocą specjalnej klasy zmiennych sieciowych konfiguracyjnych. Są także definiowane standardowe zestawy parametrów konfiguracyjnych, jako tzw. SCPT.

Profile funkcjonalne

W wielu przypadkach pożądanym jest zdefiniowanie kolekcji obiektów, które, zastosowane razem, zapewniają podstawową funkcjonalność w konkretnym zastosowaniu. Na przykład klimatyzacja budynku może wymagać profili funkcjonalnych: „profil obecności człowieka” i „profil warunków klimatycznych”, które specyfikują minimalny zestaw obsługi funkcjonalnej (zdefiniowanej za pomocą obiektów LonMark) pożądanym przez projektanta systemu. Inne zastosowanie profili funkcjonalnych to zdefiniowanie minimalnych wymagań funkcjonalnych dla obiektów sterownika stosowanych w konkretnych okolicznościach (np. regulacja prędkości silnika, sterowanie oświetleniem w pomieszczeniu). Intencją profili funkcjonalnych nie jest definiowanie ani standaryzowanie produktu, lecz umożliwienie w wybranych dziedzinach przemysłu proste zdefiniowanie wspólnych jednostek funkcjonalnych zdefiniowanych jako zestaw obiektów LonMark. Może to zdecydowanie ułatwić opisywanie procesów i zwiększyć otwartość systemu.

Definiowanie interfejsów zewnętrznych

Profile funkcjonalne, obiekty LonMark, właściwości konfiguracyjne, zmienne sieciowe i przesyłki bezpośrednie (*explicit messages*) każdego urządzenia LonWorks to jedne jego elementy, które są widzialne dla innych urzą-

ne w oddzielnym kroku za pomocą specjalnego narzędzia konfiguracyjnego. Zmiany połączeń logicznych między urządzeniami nie wymagają żadnych zmian w programach aplikacyjnych i mogą być w związku z tym wykonywane w dowolnym momencie pracy systemu.

Pierwszym stopniem w definiowaniu interfejsów wewnętrznych jest sprawdzenie, czy jakieś profile funkcjonalne LonMark mogą być zastosowane do projektowanego urządzenia. Nawet jeśli profil nie pasuje dokładnie do urządzenia, może on być dobrym punktem startowym do zdefiniowania nowego interfejsu. Należy także sprawdzić profile funkcjonalne urządzeń, które będą współpracowały z nowym urządzeniem, tak aby stworzone nowe interfejsy zewnętrzne zapewniały prostą współpracę z nimi. Interfejsy zewnętrzne, które muszą powstać bez korzystania z istniejących profili funkcjonalnych mogą być zdefiniowane jako przepływ danych. Mogą one być klasyfikowane jako: dostarczające dane, korzystające z danych lub przetwarzające dane.

Interfejsy dostarczające dane będą ogólnie zdefiniowane jako obiekty czujników, dostarczające dane do innych obiektów w sieci.

Interfejsy korzystające z danych będą ogólnie zdefiniowane jako obiekty wykonawcze, korzystające z danych innych obiektów w sieci i podejmujące jakieś czynności.

Interfejsy przetwarzające dane będą ogólnie zdefiniowane jako obiekty sterowników.

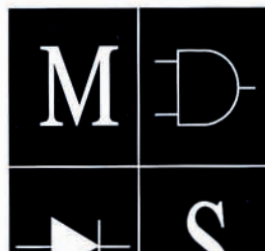
Obiekty sterowników mogą mieć obwody wejściowe dopasowane do obiektów czujników i obwody wyjściowe dopasowane do obiektów wykonawczych. Na przykład jako obiekt sterownika zostanie zdefiniowa-

go z sieci może być definiowany i jako obiekt sterownika i jako obiekt wykonawczy. Obiekt sterownika powinien zawierać wyjściową zmienną sieć, która może opcjonalnie być połączona logicznie z obiektem wykonawczym silnika.

Wejścia i wyjścia obiektów nie mają zdefiniowany wstępnie typów zmiennych sieciowych. Typy zmiennych sieciowych są wybierane przez projektanta urządzeń z wcześniej zdefiniowanych przez LonMark typów standardowych. Sprawia to, że definicje obiektów LonMark ogólne i mogą być stosowane w wielu różnych aplikacjach w różnych gałęziach przemysłu. Obiekt LonMark jest dopasowywany do konkretnej aplikacji przez wybranie właściwych typów standardowych zmiennych sieciowych i jego wejść i wyjść. Na przykład, czujnik temperatury jest modelowany jako obiekt czujnika z wyjściową zmienną sieciową typu SNVT_temp, która reprezentuje wartość zmierzonej temperatury. Obiekty używające jednocześnie stanu zał/wył oraz wartość w procentach (np. ściemniacz) powinny stosować zmienną sieciową SNVT_switch, która łączy w sobie te dwie wielkości.

Zastosowanie systemu uruchomieniowego

Sposób wykonywania trzech ostatnich punktów cyklu projektowania urządzenia sieciowego zależy od zastosowanego systemu uruchomieniowego. Systemy te są obecnie produkowane przez kilka firm. W następnym odcinku jako przykład zostanie przedstawiony sposób wykonywania przy zastosowaniu stosunkowo nowego zestawu NodeBuilder produkowanego przez firmę Echelon, twórcę systemu LonWorks.



**Twój profesjonalny partner
w elektronice przez cały rok**

MS Elektronik

PROPONUJE

szeroki asortyment zachodnich elementów elektronicznych w wykonaniu standardowym i S
DIODY, TRANZYSTORY, MOSTKI PROSTOWNICZE, TYRYS
TRIACKI, DIAKI, MIKROPROCESORY, UKŁADY PERYFERYJNE,
PAMIĘCI EPROM, PAMIĘCI EEPROM, PAMIĘCI STATYCZNE
PAMIĘCI ZEROPOWER, RTC, UKŁADY LOGICZNE C40C
UKŁADY LOGICZNE 74HC...74HCT...74LS..74F, UKŁADY LOGIC
WZMACNIACZE OPERACYJNE, KOMPARYTORY, TIMEF
STABILIZATORY, REGULATORY NAPIĘĆ, PRZETWORNIKI A
UKŁADY STERUJĄCE, CZUJNIKI, DIODY ŚWIECĄCE LE
FOTODETEKTORY, TRANSOPTORY, WYŚWIETLACZE L