

Gabriel DRABIK, Krzysztof TOKARZ
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

REALIZACJA SYSTEMU GŁOSOWANIA W OPARCIU O ROZBUDOWANĄ SIEĆ KOMPUTERÓW JEDNOUKŁADOWYCH

Streszczenie. Artykuł zawiera opis systemu głosowania dedykowanego teleturniejom telewizyjnym z aktywnym udziałem publiczności. Nietypowe podejście do problemu transmisji danych pozwoliło na realizację systemu działającego w niezawodny sposób przy stosunkowo niewielkich kosztach.

Słowa kluczowe: systemy głosowania, sieci komputerów jednoukładowych.

USING LARGE MICROCONTROLLER NET FOR BUILD VOTING SYSTEM

Summary. Paper presents the voting system dedicated to television shows with audience activity. Optocoupled data transmission let realizing the low-cost system that works well in very noisy environment.

Keywords: voting systems, microcontroller net.

1. Założenia użytkowe systemu głosowania

Przedstawiony w artykule system głosowania był projektowany i wykonywany z następującymi założeniami użytkowymi:

- dedykowany teleturniejom z aktywnym udziałem publiczności,
- niewrażliwy na zakłócenia obecne w bogato oświetlanym studiu telewizyjnym,
- integracja z pozostałymi systemami multimedialnymi za pomocą komputera PC ze złączem RS-232,
- dwa rodzaje głosowania: ustawienie odpowiedzi A, B, C, D we właściwej kolejności, oraz wybór jednej z czterech możliwych odpowiedzi: A, B, C, D,

- możliwość dowolnego mieszania rodzajów głosowania w ramach jednego systemu,
- uczestnicy głosowania powinni mieć możliwość prostego sprawdzenia konsolki przed głosowaniem a w czasie głosowania móc zweryfikować dokonany wybór,
- maksymalna liczba głosujących: 256 osób,
- prostota diagnostyki i możliwość szybkiej wymiany uszkodzonych elementów,
- z pozycji operatora musi być możliwość: stwierdzenia ilości i rodzaju konsolek, udzielonych odpowiedzi i czasu, po jakim te odpowiedzi zostały udzielone.

2. Działanie elementów systemu

Dwa rodzaje głosowań determinują dwa różne rodzaje konsolek zwane dalej (od sposobu wizualizacji) konsolką LCD i LED. Ze względu na dużą ilość konsolek, w celu uniknięcia dużej ilości kabli łączących, zrezygnowano z budowy sieci w topologii gwiazdy. Sieć podzielono na podsieci za pomocą urządzeń zwanych dalej koncentratorami. Do jednego koncentratora podłączonych jest w topologii gwiazdy do 16 konsolek. Koncentratory są połączone ze sobą w topologii szyny, w szynie tej (w dowolnym miejscu) znajduje się jednostka centralna, która stanowi połączenie pomiędzy systemem oraz komputerem PC. Każdy koncentrator ma czterobitowy adres ustawiany za pomocą przełączników. Dla poprawnej pracy systemu każdy koncentrator musi mieć ustawiony inny adres. Taka topologia determinuje maksymalną ilość konsolek – 256.

2.1. Konsolka LCD

Konsolka LCD jest wyposażona w wyświetlacz LCD 1 x 16 znaków, oraz sześć przycisków: A, B, C, D, KASUJ (działa podobnie jak backspace), OK (zatrzymuje mierzenie czasu odpowiedzi). Pracuje ona w następujących fazach:

1. Przed głosowaniem (testowy) – na wyświetlaczu jest wyświetlany napis powitalny. Naciśnięcie przycisku powoduje wyświetlenie informacji (na czas trzymania), jaki przycisk został naciśnięty. Poza tym nie powoduje to żadnych reakcji w systemie i ma umożliwić przetestowanie przycisków oraz zapoznanie uczestników ze sposobem naciskania.

2. Głosowanie – na wyświetlaczu pojawia się napis GŁOSUJ: Teraz naciskanie przycisków A, B, C, D spowoduje pojawienie się odpowiednich liter za napisem GŁOSUJ w kolejności naciskania. Efekt wywołuje wyłącznie naciskanie przycisku, który jeszcze nie był naciśnięty, zatem niemożliwe jest dwukrotne wprowadzenie tej samej litery. Za pomocą klawisza KASUJ możliwe jest usunięcie ostatniej litery na wyświetlaczu. Naciśnięcie klawisza OK powoduje zatrzymanie zliczania czasu i przejście konsolki do trybu 3. Efekt

taki jest możliwy wyłącznie, gdy na wyświetlaczu są już wyświetlone wszystkie cztery litery, wcześniejsze naciskanie OK nie powoduje żadnych efektów.

3. Po głosowaniu – na wyświetlaczu jest napis KONIEC oraz wybrany porządek A, B, C, D. Naciskanie klawiszy nie powoduje żadnych reakcji. Jeśli uczestnik nie zdążył wcisnąć wszystkich 4 przycisków, na wyświetlaczu będzie odpowiednio mniejsza liczba liter. W tym czasie możliwe jest odczytanie za pomocą komputera porządku liter oraz czasu, po jakim od początku fazy 2 został naciśnięty przycisk OK.

Przejęcie z fazy 2 do fazy 3 odbywa się po naciśnięciu przycisku OK (po kompletnym głosowaniu) bądź to na komendę wysłaną z komputera. W przypadku głosujących, którzy nie zdążyli dokonać kompletnego głosowania, zaliczana jest tylko część z czasem trwania fazy 2.

2.2. Konsolka LED

Konsolka LED jest wyposażona w 4 przyciski i 4 diody świecące. Pracuje ona w trzech trybach:

Przed głosowaniem (testowy) - wszystkie diody są zgaszone, naciśnięcie przycisku powoduje zapalenie (na czas trzymania) odpowiedniej diody. Poza tym naciskanie nie powoduje żadnych efektów – umożliwia sprawdzenie przez uczestnika, że jego konsolka jest podłączona i działają wszystkie przyciski i diody.

Głosowanie – migają diody nad przyciskami, które w danym głosowaniu są „ważne”. Naciśnięcie „ważnego” przycisku powoduje, że dioda nad nim zapala się na stałe i konsolka automatycznie przechodzi do trybu trzeciego. Naciśnięcie innego przycisku nie powoduje żadnych efektów. Możliwe jest również głosowanie tajne. Różni się ono od głosowania normalnego tylko tym, że po naciśnięciu „ważnego” przycisku wynik jest wyświetlany tylko przez sekundę – później wszystkie diody gasną i po konsolce nie widać, jaki głos został oddany.

Odczytywanie wyników – świeci jedna lub zero diod – w zależności od tego czy uczestnik głosował i czy głosowanie było tajne. Naciskanie przycisków nie wywołuje żadnych reakcji.

Przechodzenie pomiędzy poszczególnymi fazami odbywa się na polecenia wydawane z komputera – wyjątkiem jest przejście z fazy 2 do 3, które może być wywołane naciśnięciem przycisku. W fazie 3 za pomocą komputera możliwe jest odczytanie, którą możliwość wybrał głosujący oraz po jakim czasie został dokonany wybór.

2.3. Koncentrator

Koncentrator jest wyposażony w:

- 16 ponumerowanych gniazd mod6 służących do podłączania konsolek,

- 2 gniazda DB9 umożliwiające łączenie koncentratorów w topologii szyny,
- diody świecące oznaczające zasilanie oraz stan restartu koncentratora,
- 4 przełączniki umożliwiające ustawienie adresu koncentratora,
- przycisk restart,
- zasilacz sieciowy.

Po włączeniu zasilania, naciśnięciu klawisza restart lub wydaniu takowej komendy koncentrator sprawdza kolejno wszystkie gniazda mod6 i rejestruje rodzaj konsolek, jakimi są one obsadzone.

2.4. Jednostka centralna

Jedynym zadaniem jednostki centralnej jest elektryczne dopasowanie sygnału ze złącza RS-232 komputera do sygnałów na linii łączącej koncentratory. Jednostka wyposażona jest w dwa wtyki (do komputera i koncentratora) oraz zasilacz sieciowy. Miejsce włączenia jednostki centralnej w topologię szyny jest dowolne.

3. Rozwiązania układowe

3.1. Zastosowane komputery jednoukładowe

Ze względu na dość złożone działanie konsolek do głosowania i konieczność niezależnego, rzetelnego pomiaru czasu zdecydowano, że każda konsolka będzie autonomicznym systemem procesorowym. Różne elementy wykonane są o oparciu o różne procesory z rodziny 8051, a konkretne modele dobrane są w zależności od zadań im stawianych. W konsolkach LED urządzeniami zewnętrznymi są jedynie cztery przyciski i cztery diody świecące. Z tego powodu zastosowano tu jeden z najprostszych i najtańszych procesorów tej rodziny, układ firmy Atmel 89C2051. W konsolce typu LCD ze względu na konieczność podłączenia wyświetlacza i sześciu przycisków zdecydowano się na użycie procesora Atmel 89C51. Oba wymienione wyżej procesory posiadają jeden układ szeregowego wejścia-wyjścia. Ponieważ zadaniem koncentratora jest jednoczesna komunikacja z konsolkami oraz komputerem PC, zastosowano tutaj procesor Dallas 80C320 wyposażony w dwa niezależne porty szeregowo wejścia-wyjścia.

3.2. Realizacja sieci

Specyficzne warunki pracy systemu w środowisku o dużym poziomie zakłóceń elektromagnetycznych spowodowały, że transmisja nie może odbywać się za pośrednictwem protokołu RS-232. Niewątpliwie najbardziej intuicyjnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie konwertera i przesyłanie danych w standardzie RS-422 lub RS-485. Niestety takie rozwiązanie przy założeniu, że konsolek jest 256, spowodowałoby znaczny wzrost ceny systemu. Mając na uwadze, że ilość przysyłanych danych jest bardzo mała i nie wymusza dużej prędkości transmisji, zdecydowano się na transmisję prądową z wykorzystaniem transoptorów zapewniających dodatkowo izolację galwaniczną układów. Jednostka centralna nadaje dane jednocześnie do kilku (maksymalnie 16) koncentratorów, dlatego też fototranzystor w trasoptorze steruje tranzystorem mocy mogącym wysterować poprawnie diody świecące we wszystkich koncentratorach jednocześnie. Identyczne rozwiązanie zastosowano przy nadawaniu danych z koncentratora do konsolek.

3.3. Zasilanie

System był projektowany tak, aby długość kabla pomiędzy konsolką i koncentratorem wynosiła 8 metrów, a odległości między koncentratorami - 10 metrów. Daje to sumarycznie ponad dwa kilometry kabli, na których mogą indukować się zakłócenia z tyrystorowego sterowania oświetleniem w studiu telewizyjnym. Aby ograniczyć te zakłócenia, podzielono system na podsystemy odseparowane od siebie galwanicznie. Zrezygnowano z centralnego zasilania całego systemu i zastosowano cały szereg transformatorowych zasilaczy sieciowych. Przyjęto zasadę, że każdy koncentrator ma swój zasilacz transformatorowy z dwoma odseparowanymi galwanicznie uzwojeniami wtórnymi. Z jednego uzwojenia jest zasilany układ koncentratora, z drugiego wszystkie konsolki podłączone do tegoż koncentratora. W oddzielny zasilacz jest również wyposażona jednostka centralna.

4. Protokół komunikacyjny

Ze względu na bardzo małą ilość przesyłanych danych oraz wymaganą dużą pewność ich przesyłu zdecydowano, że elementy systemu będą się komunikować z prędkością jedynie 600 bitów na sekundę. Z identyczną prędkością odbywa się również komunikacja pomiędzy jednostką centralną i komputerem PC. Spis komend tej komunikacji przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Lista komend protokołu komunikacyjnego

Komenda	Kod komendy								Typ	Ilość bajtów odpowiedzi
	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0		
Sprawdzenie rodzaju konsolki	0	0	0	0	Numer koncentratora				A	17
Młodszy bajt czasu odpowiedzi	0	0	0	1	Numer koncentratora				A	17
Starszy bajt czasu odpowiedzi	0	0	1	0	Numer koncentratora				A	17
Odpowiedź	0	0	1	1	Numer koncentratora				A	17
Restart konsolek LCD	0	1	0	0	0	1	0	1	R	0
Start głosowania dla konsolek LCD	0	1	1	1	0	0	0	0	R	0
Koniec głosowania na konsolkach LCD	0	1	0	0	0	1	1	0	R	0
Restart konsolek LED	0	1	0	0	0	0	0	1	R	0
Start głosowania jawnego dla konsolek LCD	1	0	Maska klawiszy						R	0
Start głosowania tajnego dla konsolek LCD	1	1	Maska klawiszy						R	0
Koniec głosowania dla konsolek LED	0	1	0	0	0	0	1	0	R	0
Restart całego systemu	0	1	0	1	0	1	0	1	R	0

Numer koncentratora, do którego komenda się odwołuje, musi być zgodny z numerem ustawionym za pomocą przełączników w koncentratorze. W masce klawiszy dla konsolek LED jedynka oznacza, że klawisz na odpowiedniej pozycji jest w danym głosowaniu „ważny”. Konstrukcja całego systemu pierwotnie zakładała 6 klawiszy. Finalnie konsolki miały posiadać jedynie 4 klawisze. Aby nie przebudowywać systemu i nie zmieniać protokołów cały system jest zaimplementowany dla 6 klawiszy w konsolkach LED, a jedynie czego nie ma, to samych przycisków i diod świecących w konsolkach. Brakujące przyciski odpowiadają najmłodszemu i najstarszemu bitowi w masce klawiszy. Komendy wysyłane z komputera dzielą się na dwie grupy: adresowane (A) i rozgłoszeniowe (R). Komenda adresowana dotyczy wyłącznie koncentratora, którego numer jest zawarty w polu adresowym komendy. Takie są komendy zapytań o udzielone odpowiedzi, czas ich udzielenia oraz komenda sprawdzania rodzaju podłączonych konsolek. Informacją zwrotną jest w takim przypadku bajt kontrolny oraz 16-elementowa tablica, której kolejne elementy dotyczą kolejnych konsolek podłączonych do wejść koncentratora. Drugi rodzaj komend to komendy rozgłoszeniowe, które dotyczą wszystkich konsolek danego typu. Wyjątkiem jest tu komenda „Restart całego systemu”, która bezwarunkowo dotyczy wszystkich konsolek. Podane komendy są wysyłane z komputera PC do koncentratorów. Komunikacja pomiędzy koncentratorami a konsolkami odbywa się niezależnie niejako bez inicjatywy komputera.

Najważniejszą komendą jest „Restart całego systemu”. Po tej komendzie każdy koncentrator niezależnie sprawdza, które gniazda są obsadzone. Odbywa się to w następujący sposób: na każde gniazdo z osobna jest wysyłana komenda żądania odpowiedzi. Konsolka po otrzymaniu takiego żądania wysyła bajt, z którego wynika, czy jest to konsolka LED czy LCD. Jeżeli po zadany czasie odpowiedzi nie ma, oznacza to że gniazdo nie jest obsadzone. Oczekiwanie na odpowiedź trwa około 0,5 sekundy, co powoduje, że stan restartu w pesymistycznym przypadku może trwać nawet 8 sekund. Od tego momentu zmiany w podłączeniu konsolek będą niezauważalne. Aby istniała możliwość szybkiej zmiany konfiguracji, każdy koncentrator posiada przycisk restartu lokalnego, który należy użyć po każdej zmianie konfiguracji. Po restarcie koncentrator pamięta, które gniazdo jest obsadzone jakim rodzajem konsolek. Pozwala to na wysyłanie poleceń i oczekiwanie odpowiedzi wyłącznie do gniazd, które są obsadzone, oraz odpowiednią interpretacją wyników zależną od rodzaju konsolki. W przypadku komend zapytań o czas tablice zawierają odpowiednio: młodszy i starszy bajt czasu odpowiedzi wyrażonej w milisekundach. W przypadku zapytania o odpowiedź przesyłany jest bajt danych, którego interpretacja jest różna dla różnych konsolek, z tego też powodu zawczasu należy komendą „Sprawdzenie rodzaju konsolek” określić sposób interpretacji tego bajtu. W przypadku konsolki LED interpretacja jest prosta: wykorzystywanych jest 6 najmłodszych bitów; ustawienie na nich jedynek oznacza, że odpowiedni klawisz został wciśnięty. Ze sposobu głosowania na konsolce LED wynika, że jedyneką może być tylko jeden bit. W przypadku gdy uczestnik w ogóle nie udzielił odpowiedzi, bajt zawiera same zera. W przypadku konsolki LCD sposób wyznaczania tego bajtu określa wzór:

$$\text{Wartość} = k_1 + k_2 * 5 + k_3 * 25 + k_4 * 128$$

k_1, k_2, k_3 oznaczają odpowiednio wartości przypisane pierwszemu, drugiemu, trzeciemu i czwartemu naciśniętemu klawiszowi. Przyjęto następujące wartości: 0 – żaden klawisz nie został naciśnięty, 1 – klawisz A, 2 – klawisz B, 3 – klawisz C, 4 – klawisz D
 $k_4 = 1$, gdy czwarty klawisz jest naciśnięty, $k_4 = 0$, gdy czwarty klawisz nie jest naciśnięty. Ze sposobu głosowania wynika, że do jednoznacznego określenia, który klawisz został naciśnięty jako czwarty, wystarczy informacja o samym fakcie jego ostatniego klawisza.

LITERATURA

1. Małysiak H.: Mikrokomputery jednoukładowe seri MCS48, MCS51, MCS96. Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego.

2. Dokumentacje elektroniczne elementów firm Atmel i Pallas.

Recenzent: Dr inż. Ryszard Winiarczyk

Wpłynęło do Redakcji 3 kwietnia 2003 r.

Abstract

Votin system presented in the article has been developed to work in noisy environment in television studio. It is dedicated to television shows with audience activity. It is based on net of mixed topology. Maximal number of 256 consoles are grouped in 16 subnets of star topology. Sixteen consoles are connected to one device called hub. Sixteen hubs are connected together with the network of magistrala topology. This network is connected using special voltage converter to the PC computer via RS-232 port. Software running on the computer integrates voting system with whole system of television show. Communication protocol is presented in the table1.

Consoles are of two types: LED – with four buttons and four LED diodes and LCD with six buttons and LCD display. LED consoles are dedicated for one of four voting. User votes on A, B, C or D answer pushing one of the buttons. LCD consoles are dedicated for putting four answers (A, B, C and D) in correct order. One additional button allows deleting last answer, second accepts the whole answer.

LED consoles are based on Atmel 89C2051 microcontrollers, LCD consoles are equipped with Atmel 89C51. Hubs are made with Dallas 80C320 microcontroller that is equipped with two serial ports.

Adresy

Gabriel DRABIK: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16,
44-101 Gliwice, Polska, gabriel.drabik@iinf.polsl.gliwice.pl.

Krzysztof TOKARZ: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16,
44-101 Gliwice, Polska, krzysztof.tokarz@iinf.polsl.gliwice.pl.