

ПРОТОКОЛИ ВИКОНАВЧИХ ПРИСТРОЇВ У ВЕНДИНГОВИХ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ

© Сало А. М., Кравець О.І., 2017

Здійснено огляд інтерфейсів та протоколів периферійних пристроїв для вендингових автоматів, виконано їх порівняння. На основі особливостей, які наведені в порівняльній характеристиці, запропоновано реалізацію уніфікованого програмного інтерфейсу для набору цих протоколів. Описані етапи взаємодії між платою управління та виконавчими пристроями. Наведено структурну схему реалізації інтерфейсу.

Ключові слова: вендинг, MDB, Executive, ccTalk, CCNET, SSP, уніфікований інтерфейс.

A. Salo, O. Kravets

Lviv Polytechnic National University,
Computer Engineering Department

PROTOCOLS OF EXECUTIVE DEVICES IN VENDING CIBERPHYSIC SYSTEMS

© Salo A., Kravets O., 2017

In the article review of interfaces and peripheral device protocols for vending machines has been conducted and they have been compared. Based on the peculiarities shown in the comparative characteristic realization of unified program interface for the set of given protocols has been suggested. The stages of interaction between control board and actuators have been described. The structural scheme of interface realization has been shown.

Key words: vending, MDB, executive, ccTalk, CCNET, SSP, unified interface.

Вступ

Перші торгові автомати були механічними пристроями з продажу товарів. Згодом з'явилися електромеханічні автомати, що значно розширило сферу та можливості їх застосування. Яскравим прикладом електромеханічних торгових автоматів є автомати з продажу води, доволі поширені в другій половині ХХ століття. Наступним кроком еволюції торгових автоматів стало впровадження системи комп'ютерного управління, що зумовило необхідність стандартизації обміну даними між електронними пристроями торгового автомата. Це призвело до появи спеціалізованих протоколів обміну інформацією, розроблених спеціально для використання у торгових автоматах. Найпершими протоколами обміну інформацією між платіжною системою та платою керування автоматом були прості імпульсні протоколи, де кількістю імпульсів визначалася сума отриманих грошей. Проте згодом для підвищення надійності та розширення можливостей платіжних систем почали застосовувати протоколи обміну високого рівня [1, 2].

Розвиток протокольного рівня функціонування пристроїв привів до виникнення безлічі протоколів, деякі з яких прийняли більшість виробників вендингового обладнання як індустріальні стандарти. Виробники вендингового обладнання об'єднані в асоціації, що регулюють питання протокольного рівня. Найавторитетніші з них-NAMA (National Automatic Merchandising Association) –

американський ринок, і EVA (European Vending Association) – європейський ринок. Кількість стандартів, застосовуваних у пристроях платіжних систем, все ще велика. Треба враховувати, що специфікації більшості протоколів регламентують не тільки комунікаційний рівень процесів обміну інформацією між периферійними пристроями торгових автоматів, а й конструктивні елементи (роз'єми) [3], а також характеристики електроживлення (рис. 1).

Одним з перших протоколів такого типу став протокол Executive, інша назва Protocol A чи Simplex V. Цей протокол розробила компанія MEI (Mars Electronics International) в 1983 р.



Рис. 1. Зовнішній вигляд з'єднувачів для протоколів MDB, SSP, CCTalk

На початку 90-х років компанія CoinCo, на замовлення компанії Coca-Cola, розробила власний протокол MDB (Multi Drop Bus), який у 1994 р. після деяких доопрацювань був прийнятий NAMA. Пізніше Європейська асоціація виробників торгових автоматів EVMMA (European Vending Machine Manufacturers Association) запропонувала стандарт ICP (Internal Communication Protocol), що практично повторював MDB з деякими змінами. В 1998 р. асоціації NAMA, EVMMA та EVA (European Vending Association) ухвалили об'єднаний стандарт MDB/ICP. В 1992 р. Асоціація EVA у співпраці з асоціацією NAMA запропонувала сервісний протокол передавання даних між торговим автоматом та сервісними пристроями EVA – DTS. Цей стандарт не є протоколом підключення платіжних систем і призначений лише для сервісних цілей після декількох оновлень, останньою версією яких є версія EVA-DTS 6.0, опублікована в 2004 р.

Постановка задачі

Проаналізувати найпоширеніші протоколи та інтерфейси периферійних пристроїв вендингових систем. Розробити уніфікований програмний інтерфейс, який дасть змогу прискорити процес синтезу торгових автоматів різної конфігурації.

Протоколи взаємодії між платою управління (хост-машина) вендингового автомата та виконавчими пристроями

Під протоколом розуміють спосіб і алгоритм взаємного передавання логічної інформації між платіжною системою і хост-машиною. Під інтерфейсом розуміють спосіб підключення платіжних систем до хост-машини. Інтерфейс описує електричні, механіко-конструктивні та логічні властивості такого підключення. Інтерфейси можна розділити на [4]:

– Двійковий (по чотирьох виводах). Під час проходження “відповідної” монети / купюри на чотирьох контактах вихідного роз'єму виникають імпульси низького рівня, які відповідають бінарному коду каналу, що спрацював. Ще один контакт використовується для видавання сигналу

контролю парності та ще один для управління прийманням монет/купюр. Монети/купюри будуть прийматися тільки за низького рівня сигналу на цьому контакті. Рівні сигналів – TTL. Двійковий протокол може бути поєднаний з послідовним.

– Імпульсний. Під час проходження “відповідних” монет / купюр на одному з контактів вихідного роз’єму пристрою виникає кількість імпульсів низького рівня, що відповідає номеру каналу, який спрацював. Рівні сигналів – TTL. Керуючий сигнал дозволу приймання монет / купюр може бути прямого (низький рівень сигналу) й інверсного типу.

– Паралельний. Під час проходження “відповідних” монети або купюри на одному з контактів вихідного роз’єму пристрою виникає імпульс з низьким рівнем сигналу, залежно від того, який канал спрацював. Один з контактів вихідного роз’єму призначений для сигналу заборони приймання монет / купюр (Inhibition). Якщо значення сигналу на ньому низького рівня, всі монети / купюри пристрій відхилятиме. У разі вибору паралельного інтерфейсу кількість каналів, що використовуються для визначення монет / купюр, обмежена кількістю контактів вихідного роз’єму (4 – 6). Рівні сигналів – TTL.

– Послідовний. Використовується чотириконтактний вихідний роз’єм. Крім живлення і “землі”, один контакт (Rx) використовується для читання і один (Tx) для запису. Номер каналу, що спрацює, передається двійковим кодом. У разі вибору цього інтерфейсу робота пристрою підпорядковується протоколу Запит хост-машини – Відповідь пристрою. Кількість каналів, що використовуються для визначення монет / купюр, обмежена розрядністю слів протоколу (64 – 128). Якщо монета / купюра потрапляє у пристрій у момент, коли хост-машина не видала запиту, то буде відкинута. Рівні сигналів – TTL або RS232.

Якщо використовується послідовний інтерфейс, виникає необхідність використання протоколів для обміну інформацією між хост-машиною і платіжним пристроєм. А застосування протоколу дає можливість застосувати вищий інтелектуальний рівень до взаємодії хост-машини і пристроїв.

Аналіз послідовних протоколів

Сьогодні існує декілька стандартизованих протоколів [5]:

- Executive.
- MDB/ICP.
- CCTALK.
- CCNET.
- SSP.

Executive – Protocol A (MEI Protocol A specification Executive). Розроблено Mars Electronics International (MEI) на початку 80-х років для взаємодії електронних компонентів торгових автоматів. Транзакції продажів управлялися через монетоприймач і ціни могли зберігатися в монетоприймачі або в хост-машині. Через рік розвитку протокол поширився на пристрої безгрошових (безготівкових) продажів. Специфікація визначає роз’єми між компонентами, електроживлення (24 В змінного струму). На основі протоколу Executive у Німеччині розроблено протокол BDV. Цей протокол використовують багато італійських виробників (Saeco, Comestero), німецькі (NRI) .

MDB/ICP (Multi-Drop Bus/Internal Communication Protocol). Розробила компанія COINCO на початку 1990 р. для Coca-Cola, щоб здешевити монетоприймач з видаванням решти і перенести керуючі функції з монетоприймача в хост-машину. Протокол був доопрацьований NAMA в 1994 р. з метою підтримки подібного використання банкнотоприймачів і систем безгрошової оплати. Європейська асоціація EVMMA (European Vending Machine Manufacturers Assotiation) схвалила і розширила проект, назвавши його ICP (Internal Communications Protocol). Хоча ICP переважно ідентичний MDB, є деякі відмінності, що стосуються систем безгрошової оплати. Тому в 1998 р. MDB і ICP специфікації були суміщені й реалізовані як MDB / ICP версія 1. Специфікація була підтримана NAMA, EVMMA і EVA. Протокол використовують більшість виробників торгових автоматів.

ССТALK. Ще один протокол обміну інформацією між периферійними пристроями торгового автомата. Він передбачає обмін за трьома фізичними лініями – живлення, дані й земля зі швидкістю 9600 бод. Пристрої обмінюються між собою в спільному адресному просторі, використовуючи загальну інформаційну шину. Протокол є байт-орієнтованим і передбачає підключення до 254 ведених пристроїв. Він входить до сукупності відкритих стандартів і не вимагає ніяких оплат або реєстрацій для використання.

CCNET. Послідовний мережевий інтерфейс, розроблений фірмою CashCode, налаштований для роботи в режимі Master-Slave. Існує один майстер з можливістю спілкування з деякими периферійними пристроями. Кожному периферійному пристрою присвоюється унікальна адреса і набір команд. Контролер опитуватиме шину для периферійних пристроїв, тобто кожен периферійний пристрій просить дозволу для діяльності, а контролер відповідає на це підтвердженням або відмовою, або конкретними даними, залежно від його поточної діяльності. Якщо периферійний пристрій не відповідає протягом заданого проміжку часу, вважають, що його немає на шині. В шині не виникає конфліктів, тому що кожен з периферійних пристроїв реагує тільки на опитування своєї адреси.

SSP (Smiley ® Secure Protocol). Являє собою безпечний протокол, спеціально розроблений компанією IPL ® для вирішення проблем, з якими стикаються системи обробки готівки в ігрових автоматах. Проблеми заміни банкнотоприймача, перепрограмування, надійності вирішені в цьому протоколі. Інтерфейс використовує модель Master-Slave, хост-машина є головною, а периферія (банкнотоприймачі, монетоприймач або монетний бункер) підпорядкованою. Зведену порівняльну характеристику наведено в таблиці [4–10].

Спираючись на дані, наведені в таблиці, можна зробити такі висновки:

- реалізація усіх протоколів;
- деякі протоколи вимагають використання апаратних перетворювачів сигналів;
- протокол MDB має свою специфіку формування байта даних;
- більшість протоколів забезпечують цілісність передавання даних завдяки контрольним сумах;
- усі протоколи, крім Executive, можуть працювати з декількома пристроями на лінії;
- протоколи ССТALK та SSP мають можливість шифрування даних.

Порівняння протоколів платіжних систем

	MDB	Executive	ccTalk	CCNET	SSP
1	2	3	4	5	6
Фізичний рівень					
Ліній даних	2 - RX TX	4 - RX+ RX- TX+ TX- (необхідний перетворювач з RX TX в RX+ RX- TX+ TX-)	1- TX/RX (необхідний перетворювач RX TX у TX/RX)	2 - RX TX	2 - RX TX
Швидкість, бод	9600	9600	9600	9600 19200	9600
Формат байта, біт	11	10	10	10	11
Стартовий біт	1	1	1	1	1
Біт даних	8	8	8	8	8
Біт парності	- (використовується як ідентифікатор байта адреси)	-	-	-	-
Стоп-біт	1	1	1	1	2

1	2	3	4	5	6
Транспортний рівень					
Максимальний розмір пакета, байт	33	1	257	256	258
Контрольна сума пакета	доповнення до нуля (1 байт)	–	CRC16, доповнення до нуля (1 байт)	CRC16	CRC16
Формат пакета	Адреса отримувача Номер блока Дані Адреса отримувача Адреса відправника Тип пакета Кількість байтів даних Контрольна сума	Біти ідентифікатора (7–5) Біт типу (4) Біти команди чи даних (3–0)	Адреса отримувача Кількість байтів даних Адреса відправника Тип пакета Дані Контрольна сума	Початковий байт Адреса отримувача Кількість байтів даних Тип пакета Дані Контрольна сума	Початковий байт Адреса отримувача Кількість байтів даних Адреса отримувача Дані Контрольна сума
Можливість шифрування пакета	–	–	+	–	+

Реалізація уніфікованого інтерфейсу для виконавчих пристроїв

Залежно від вибору протоколу, кількості периферійних пристроїв, вимог щодо функціонала пристроїв можна організувати системи від простих, які виконують тільки основні операції, до складних, за допомогою яких можна забезпечити повний контроль над веденими пристроями. Проте усі ці реалізації зводяться до однієї концепції роботи систем. Причиною цього є вимоги до них:

Ведучий пристрій повинен “знати”, яким є набір підключених пристроїв.

Якщо під’єднується новий ведений пристрій, він повинен через короткий інтервал і без перезавантаження системи почати працювати.

Відсутність певного пристрою не повинна ніяк впливати на систему (призупиняти чи порушувати її роботу).

Алгоритм, який реалізує протокол, може перебувати у наведених нижче станах (рис. 2):

– конфігурація пристроїв – відбувається під час їх ініціалізації, а також коли це спричинено зміною параметрів пристрою;

– передавання отриманих даних – якщо з пристрою отримано нові дані, їх необхідно передати відповідному керуючому пристрою.

Зчитування даних – у випадку, коли необхідно змінити параметри пристрою.

Опитування пристроїв – надсилання повідомлення пристрою та отримання від нього відповіді.

З наведених вище протоколів зрозуміло, що концепції роботи систем аналогічні, проте необхідно враховувати особливість кожної з них. І якщо розглядатимемо набір цих систем як “чорну скриньку”, то очевидно стає уніфікація алгоритму взаємодії з усіма системами та з кожним пристроєм відповідно (рис. 3).

Перевагами такого підходу є:

- Невелика кількість команд.
- Підтримка великої кількості пристроїв.
- Просте доповнення новими протоколами.

Недоліки:

- Специфічні вимоги щодо апаратних і програмних характеристик.

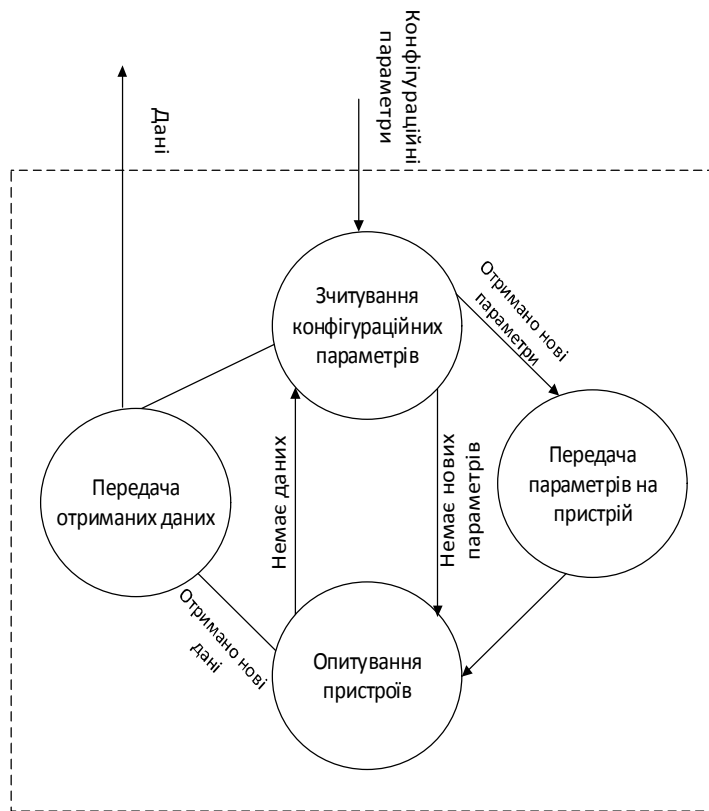


Рис. 2. Граф-схема життєвого циклу взаємодії з пристроями

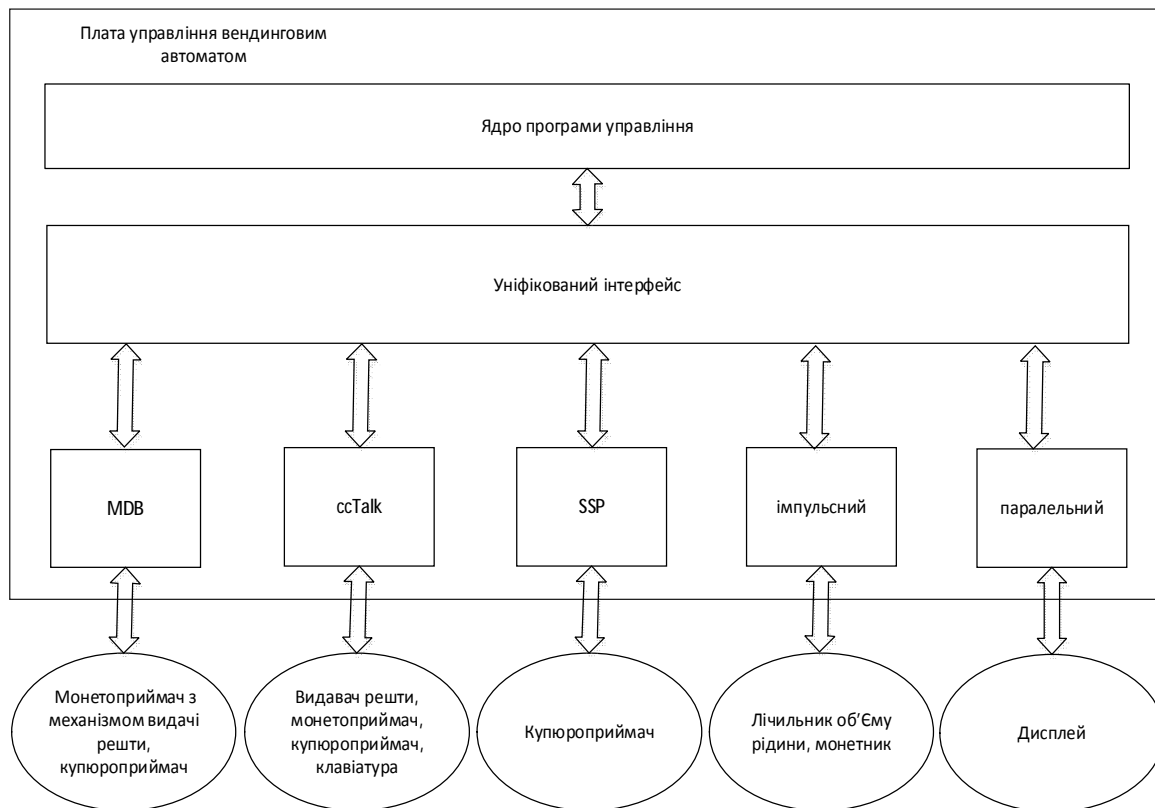


Рис. 3. Структурна схема реалізації інтерфейсу

Розглянемо просту реалізацію.

Нехай увесь набір протоколів оголошується масивом:

```
PROTDEF * prdef[] = {  
    &CCNET,  
    &MDB,  
    &CCTALK,  
    NULL  
};
```

Кожен з елементів складається зі структури типу PROTDEF. Ця структура повинна містити необхідні нам параметри (у цьому випадку це ідентифікатор та посилання на функції протоколу):

```
typedef struct  
{ int id,  
  FUNCPTR init,  
  FUNCPTR pool,  
  FUNCPTR exec  
} PROTDEF;
```

Для такої організації доволі простою є реалізація виклику тієї самої функції для всіх протоколів (на прикладі функції init):

```
void protocols_init()  
{ for(PROTDEF *p = &prdef[0]; *p; p++) {  
    if((*p)->init) (*p)-> init ();  
    }  
}
```

Функція, за допомогою якої відбувається обмін даними, – exec. Вхідними даними для неї є команда, яку необхідно виконати, та дані, що для цього потрібні, вихідними даними будуть результат, що поверне функція, та дані:

```
int exec(int command, char * indata, char * outdata)
```

```
{ ...  
  switch(command){  
    case 0:  
    ...  
    break;  
    case 0:  
    ...
```

```

break;

default:

...

break;

}

...

}

```

Висновки

За запропонованими структурними та алгоритмічними рішеннями можна побудувати систему, взаємодія з якою здійснюється викликом декількох функцій та дає змогу виконувати необхідний набір команд. Аналогічний підхід можна використовувати, реалізуючи взаємодію з кожним виконавчим пристроєм вендингової кіберфізичної системи. Завдяки такому підходу легко змінювати внутрішню структуру, наприклад, набір протоколів, пристроїв. Проте під час уніфікації виникає проблема – вона не може бути повною (кожен протокол чи навіть пристрій може мати свої специфічні параметри чи конфігурації), тому потрібно вибрати співвідношення між уніфікацією та надлишковістю.

1. Andriy Salo *Vending cyber physical systems architecture // Advances in Cyber-Physical Systems "ACPS", NLP, Lviv. – 2016. – No. 1. – P. 61–65.* 2. Salo A. *Principle of construction of a vending network with monitoring // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic" "Computer systems and networks". – 2013. – No. 773, P. 112–118.* 3. *ITC Vending [Electronic resource]. – Access mode: <http://itcvending.com/cables.html>* 4. *Vending Machine Interface: [Electronic Resource]. – Access mode: <http://veq.ru/catalog/encyclopaedia/doc/524>.* 5. *Interfaces and protocols: [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.autovending.com.ua/protocols.htm>* 6. *Multi-Drop Bus / Internal Communication Protocol: [Electronic resource]. – Access mode: http://www.coin-acceptor.com.cn/Upload/EditorFiles/technicalfile/Mdb_version_4-2.pdf.* 7. *MEI 20 mA Protocol A Specification: [Electronic resource]. – Mode of access: <http://executive-protocol.narod.ru/10102-000304001-PS.pdf>.* 8. *CCTALK Serial Communication Protocol – Generic Specification: [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.cranepi.com/en/products/view/151/ccTalk>.* 9. *Communication specifications. Model No.ID-003: [Electronic resource]. – Access mode: http://www.igrotechnics.ru/wp-content/uploads/ID-003_Communication-specifications_www_igrotechnics_ru_.pdf.* 10. *SSP Manual – Innovative Technology Ltd: [Electronic resource]. – Access mode: <http://innovative-technology.co.uk/product-files/ssp-manuals/smart-payout-ssp-manual.pdf>.*