

Олександр Бушма

доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук і математики,
Київський університет ім. Бориса Грінченка, м. Київ, Україна
o.bushma@kubg.edu.ua

Андрій Турукало

аспірант кафедри комп'ютерних наук,
Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ, Україна
tyrukalo@gmail.com

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ДВОТАКТНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ У ВБУДОВАНИХ СИСТЕМАХ

Анотація. Робота присвячена формуванню узагальненого підходу до програмної реалізації двотактних інформаційних моделей. Основою апаратної частини системи є мікроконтролер, що забезпечує усі функції індикації. Ефективність використання обчислювальних засобів вбудованих систем ґрунтується на комплексній оптимізації програмного коду за визначеними критеріями ресурсоемності. Запропоновано алгоритм узагальненого обробника переривання шкальної індикації інваріантний відносно виду інформаційної моделі.

Ключові слова: логіко-часова інформаційна модель, мікроконтролер, дискретно-аналогова індикація, шкала, двотактне формування зображення.

Індикаторні пристрої на основі світловипромінюючих діодів (СД) зараз є одними з найбільш перспективних для створення мікроелектронних засобів відображення інформації, особливо для потреб спеціальної техніки. До їх переваг можна віднести: повністю твердотільну конструкцію, високу яскравість, надійність, температурну стабільність, швидкодію, великий кут огляду та радіаційну стійкість.

До теперішнього часу досягнуто значних успіхів в розробці та виробництві СД: визначені фізичні основи роботи цих приладів, матеріали з необхідними властивостями, розроблені конструкції і технології отримання елементів і пристроїв, методи контролю параметрів матеріалів і джерел випромінювання. Разом з тим залишаються недостатньо дослідженими питання методів керування СД індикаторів з великою кількістю елементів, основних функціональних характеристик приладів і проблеми індикації для автоматизації складних систем [1].

Для реалізації таких засобів першочерговими вимогами є надійність, компактність та енергоефективність, що може бути успішно реалізовано на основі мікроконтролерів (МК) завдяки суттєвому збільшенню обчислювальних потужностей та розширенню їх функціональних можливостей. Але постає питання в максимально можливій оптимізації програмного забезпечення (ПЗ) МК, для зменшення його часу активної роботи. Одним зі способів для досягнення цієї цілі є використання у ПЗ адекватних інформаційних моделей (ІМ) у поєднанні з механізмом переривань. Такий підхід найкраще підходить для обробки подій, які виникають асинхронно до виконання основної програми. Одне із найважливіших функціональних завдань програми – зменшити завантаження процесора підтримкою індикації.

У [2, 3] показано, що одними з найбільш ефективних ІМ є два варіанти двотактних моделей. Реалізації програмної підтримки цих ІМ має багато спільного. Ефективність використання обчислювальних засобів вбудованих систем ґрунтується на комплексній оптимізації програмного коду за визначеними критеріями ресурсоемності. Такий підхід вимагає пошуку загальних рис ІМ, що використовуються.

Робота присвячена формуванню узагальненого підходу до програмної реалізації двотактних ІМ на шкальному індикаторі (ШІ).

Логіко-часове подання першої двотактної ІМ [2] може бути дано як

$$A_V^D = \left\{ \bigcup_{x=1}^q \bigcup_{y=1}^m a_{xy} \left[\begin{array}{l} t=t_s+\tau_g-0 \\ t=t_s+0 \end{array} \right] \right\} \cup \left\{ \bigcup_{x=q+1}^m \bigcup_{y=1}^{v-mq} a_{xy} \left[\begin{array}{l} t=t_s+2\tau_g-0 \\ t=t_s+\tau_g+0 \end{array} \right] \right\}, \quad (1)$$

де $q = E\left(\frac{v}{m}\right)$, $E(b)$ – антьє b , m – молодші елементи матриці, v – кількість збуджених елементів ШІ, a_{xy} – елемент з номером y в групі з номером x , t – поточний час, t_s – час початку періоду регенерації символу, τ_g – час зміни такту. "0" в описі часу вказує на те, що сусідні проміжки є непересічними, тобто представляють собою відкриті інтервали.

Згідно цієї ІМ, яка описує формування символу A_V^D в динамічному двотактному режимі, визначаються дві множини A_1 and A_2 елементів пристрою відображення інформації (ПВІ), які являють собою 2 інтервали часу від $t = t_s + \tau_g - 0$ до $t = t_s + \tau_g + 0$. Протягом першого з них, який починається з першого елемента і закінчується $b_1 = E\left(\frac{v}{m}\right)$ елементом, вони послідовно збуджують групи $E\left(\frac{v}{m}\right)$ початкових елементів b_1 b_1 молодших рядків матриці. Другий інтервал часу містить елементи з номерами від $b_2 = v - mE\left(\frac{v}{m}\right)$ послідовно збуджуються на інформаційному полі (ІП). Зміна поточної множини на наступну відбувається в моменти часу, які кратні k , де k – довільне ціле число.

Аналогічно друга двотактна ІМ [3] описується як

$$B_V^D = \left\{ \bigcup_{y=1}^{v-mq} \left[\bigcup_{x=1}^{q+1} a_{xy} \left[\begin{array}{l} t=t_s+\tau_g-0 \\ t=t_s+0 \end{array} \right] \right] \right\} \cup \left\{ \bigcup_{y=v-mq+1}^m \left[\bigcup_{x=1}^q a_{xy} \left[\begin{array}{l} t=t_s+2\tau_g-0 \\ t=t_s+\tau_g+0 \end{array} \right] \right] \right\}. \quad (2)$$

Згідно цієї ІМ, яка описує формування символу B_V^D в динамічному двотактному режимі, визначаються дві множини B_1 та B_2 елементів ПВІ, які являють собою 2 інтервали часу від $t = t_s + \tau_g - 0$ до $t = t_s + \tau_g + 0$. Протягом першого з них, який починається з першого елемента і закінчується $b_1 = v - mE(v/m)$ елементом, послідовно, по черзі збуджуються b_1+1 всі групи з $E(v/m) + 1$ початкових елементів b_1 молодших розрядів матриці. Другий інтервал – призначений для збудження елементів з номерами від $b_2 = b_1+1$. В цей час послідовно по черзі збуджуються групи з $E(v/m)$ елементів, які мають значення вагової функції в розрядах з номерами від b_2 до m . Зміна поточної множини на наступну відбувається в моменти часу, які кратні k .

Проведене дослідження програмної реалізації двотактних ІМ показало, що основна концентрація зусиль, спрямованих на зниження ресурсоємності розроблених рішень, повинна концентруватися на оптимізації блоків програм, які виконуються під час переривань, що обслуговують підсистему інікації.

При узагальненому підході до побудови двотактної програмної підтримки ШІ загальна ініціалізація цієї підсистеми відбувається одноразово при старті пристрою на МК. Така функція обов'язково включає загальне налаштування обробника переривання інікації та відповідних змінних.

Алгоритм узагальненого обробника переривання ШІ, інваріантний відносно виду двотактної ІМ, поданий на рис. 1. Перший блок забезпечує ініціалізацію поточних змінних конкретного моменту часу. Блок 2 – це селектор тактів, який відповідає за

зв'язок поточного переривання з відповідними функціями тактів. Блок 3 забезпечує приймання та збереження в ОЗП поточного значення даних, які підлягають візуалізації.

Блок 4, формує коди керування (КК) для старших розрядів матриці СД у першому такті $A_{1,1} = \left\{ \bigcup_{x=1}^q a_{xy} \Big|_{t=t_s+\tau_g-0}^{t=t_s+\tau_g+0} \right\}$ для першої ІМ та $B_{1,1} = \left\{ \bigcup_{y=1}^{v-mq} a_{xy} \Big|_{t=t_s+0}^{t=t_s+\tau_g-0} \right\}$ для другої ІМ. А також КК старших розрядів матриці СД у другому такті $A_{2,1} = \left\{ \bigcup_{x=q+1}^m a_{xy} \Big|_{t=t_s+\tau_g+0}^{t=t_s+2\tau_g-0} \right\}$ для першої ІМ та КК $B_{2,1} = \left\{ \bigcup_{y=v-mq+1}^m a_{xy} \Big|_{t=t_s+\tau_g+0}^{t=t_s+2\tau_g-0} \right\}$ – для другої ІМ, відповідно.

Блок 5, формує КК для молодших розрядів матриці СД у першому такті $A_{1,2} = \left\{ \bigcup_{y=1}^m a_{xy} \Big|_{t=t_s+0}^{t=t_s+\tau_g-0} \right\}$ для першої ІМ, та $B_{1,2} = \left\{ \bigcup_{x=1}^{q+1} a_{xy} \Big|_{t=t_s+0}^{t=t_s+\tau_g-0} \right\}$ – для другої ІМ. А також КК молодших розрядів матриці СД другого такту $A_{2,2} = \left\{ \bigcup_{y=1}^{v-mq} a_{xy} \Big|_{t=t_s+\tau_g+0}^{t=t_s+2\tau_g-0} \right\}$ для першої ІМ, та $B_{2,2} = \left\{ \bigcup_{x=1}^q a_{xy} \Big|_{t=t_s+\tau_g+0}^{t=t_s+2\tau_g-0} \right\}$ – для другої ІМ, відповідно.

Блок 6 відповідає за блокування індикації ПВІ. Це необхідно для коректного формування зображення на матриці СД при зміні тактів та даних, що відображаються на індикаторі.

Блок 7 передає КК з ОЗП у порти МК для збудження відповідних множин СД у першій і другий такти виводу даних на шкалу. Використовуючи інерційність людського зору та циклічно повторюючи збудження цих двох груп елементів з частотою 100 Гц, ми можемо сформувати цілісний візуальний образ, який відповідає отриманому символу. Сформовані КК фіксуються у портах МК та забезпечують стале збудження елементів матриці СД до виникнення наступного переривання.

Блок 8 відповідальний за розблокування індикації та відображення нового зображення на ПІ у відповідності до наявних КК у портах МК. Блок 9 виконує модифікацію та збереження в ОЗП змінних для подальшого формування нових КК. Блок 10 виконує вихід з процедури обробника переривання індикації.

Розроблений алгоритм узагальненого обробника переривання шкальної індикації дозволяє мінімізувати потребу в ресурсах системи при впровадженні відповідного коду в підпрограму обслуговування циклічного переривання, яке викликається з частотою, яка перевищує критичну частоту злиття мигтіння.

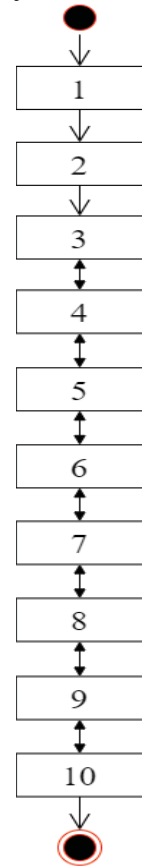


Рис. 1

ПОСИЛАННЯ

- [1]. Юшин А.М. Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги Т. 3 / – М.: РадиоСофт, 2013. - 509 с.
- [2]. Bushma A. V. Matrix models of bar graph data display for bicyclic excitation of the optoelectronic scale // Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics. 2008. V.11, N2. – P. 188-195.
- [3]. Bushma, A.V., Sukatch, G.A. Possible variants of two-cycle discrete-analog representation of information / Radioelectronics and Communications Systems, 2006, 49(2). – P. 11-17.