

4. Мойсеєнко В.І. Мікропроцесорні системи залізничної автоматики. Частина 1 Централізація стрілок і сигналів; В.І. Мойсеєнко; Під ред. Г.І. Загарія. – Х.: ХФВ «Транспорт України», 1999. – 148 с.
5. Басов В.І. Мікропроцесорні системи управління рухом поїздів МПЦ-У та МАБ-У; В.І. Басов, В.В. Єлісєєв, О.В. Петренко, А.Б. Бойнік, М.Н. Чепцов, С.О. Радковський: Навчальний посібник для студентів залізничного транспорту. К.: 2014 – 430с.
6. Kevin Lee, Ka Lok Man Edge Computing for Internet of Things URL <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/8/1239> (дата звернення 10.10.2022)
7. Гаєвський В.В. Науково – практичні аспекти використання інтерактивних засобів моніторингу функціонування пристроїв залізничної автоматики. Міжнародна науково – практична конференція «Впровадження перспективних мікропроцесорних систем залізничної автоматики та засобів телекомунікації на базі цифровізації» 27-28 вересня 2018 р, м Харків.

*Мірошник М. А., д.т.н., професор (ХНУК),
Клименко Л. А., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ),
Седякін І. І., студент (УкрДУЗТ)*

ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОПРОГРАМНОГО АВТОМАТА З ОПЕРАЦІЙНИМ ПЕРЕХОДОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ ТА МЕТОДУ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ

Актуальною науковою проблемою є моделі та методи організації мікропрограмних автоматів із операційним переходом. Дослідження засноване на лінійній алгебрі та методі найменших квадратів. Теоретична новизна полягає у пропозиції методу вибору констант станів та гілок у графівій схемі алгоритму на основі методу найменших квадратів.

Основним завданням цього дослідження є поєднання відомого методу найменших квадратів і мікроавтоматів з оперативними переходами. Важливим компонентом сучасних цифрових систем є пристрій, одним із способів реалізації якого є мікропрограмний автомат. Збільшення складності алгоритмів сприяє збільшенню апаратних витрат логічної схеми машини. У цьому аспекті важливою є проблема зниження апаратних витрат, одним із рішень якої є розробка та аналіз нових структур з меншими апаратними витратами порівняно з раніше відомими структурами.

У структурах мікропрограмних автоматів зазвичай використовується канонічний метод перетворення коду стану системою булевих рівнянь. У випадку

канонічний метод структурного синтезу мікропрограми включає такі етапи: формування розміченої графової схеми алгоритму, кодування станів, формування прямої структурної таблиці мікроавтомата, формування систем булевих функцій, що описують комбінаційну схему, синтез логічної схеми на заданій елементній базі.

Пропонується альтернативний канонічний підхід [1-3], заснований на перетворенні кодів станів автоматів за допомогою кінцевого набору арифметичних та логічних операцій. Такий підхід може сприяти зниженню апаратних витрат за рахунок багаторазового використання окремих функціональних блоків та процесу реалізації мікропрограмних переходів автоматів [1]. Цей альтернативний підхід швидко розвивається і стає все популярнішим, тому й привертає увагу.

Порівняння ефективності мікропрограм Мілі та Мура з операційним переходом порівняно з канонічним підходом показує, що мікропрограма Мілі має менші витрати на обладнання до 10%, а мікроавтомат Мура менш ніж на 20-37%.

Граф-схема алгоритму є відправною точкою нашого дослідження [2], у якою є три типи переходів: прямі, умовні та зворотні. Подальше перетворення полягає в тому, що ми явно додаємо нульові стани та робимо так, щоб усі стани були у лівій частині, а всі вільні члени у правій частині.

Модель у вигляді матричного подання була вперше використана для мікропрограмного автомату з переходом робочого стану. Номер, який відповідає гілкам, береться зі стовпця вільних членів, а число, надане станам графа, є елементом вектору. У системі рівнянь більше, ніж змінних, отже, можна ігнорувати одне рівняння, тому можна використовувати метод найменших квадратів. Вирішення цього матричного рівняння дозволяє одержати числа, відповідні станам графової схеми алгоритму.

Щоб знайти рішення станів автомата мікропрограми, ми використовуємо метод найменших квадратів [1-3]. У системі невідомі не тільки стани, а й стовпець вільних членів, який містить, по-перше, цілі числа, по-друге, дробові числа, знаки чисел фіксовані.

Модель готова до експерименту в MathCad. Аналіз показує, що числа всі цілі та різні та задовольняють вимогам до кодування станів мікропрограмних автоматів.

Числа у вершинах одержані шляхом строгих математичних обчислень. Важливо, щоб числа в станах були довільними, не мітками. Отримані результати частково збігаються із відомим результатом [2]. Це означає, що використовуваний математичний апарат із залученням лінійної алгебри та матриць цілком доречий.

Проміжний результат дослідження полягає в тому, що кілька наборів варіантів мікропрограмного

забезпечення можуть мати однакове кодування стану топології. Відомий метод [1-3] був перевірений та покращений додаванням опису лінійної алгебри. Треба проаналізувати детермінант системи, якщо він дорівнює нулю, система не має рішення та метод оперативного переходу використати не можна.

Підсумок запропонованого методу полягає в аналізі та класифікації алгоритму схеми графа вершин на першому кроці на такі типи: прямі, умовні та зворотні переходи. Рішення надлишкової системи лінійних рівнянь провадиться методом найменших квадратів. Якщо аналіз результату рішення показує, що стани є нецілими числами чи значення станів повторюються, необхідно перевизначити стовпець вільних елементів. Реалізація операційного переходу в арифметико-логічному пристрої полягає у зрушенні вліво для множення на 2 і додавання цілого числа, можна повторно використовувати блоки операційного автомату, за рахунок чого досягається менша апаратна вартість, ніж апаратна вартість канонічного автомату.

При оперативному перетворенні станів у мікропрограмному автоматі, незалежно від способу реалізації, порівняно з традиційним підходом з булевими рівняннями досягається економія апаратних ресурсів за рахунок меншої площі, яку займає схема. Призначення операційних переходів не випадково, а визначається топологією графової схеми алгоритму. Техніка проектування полягає у поділенні елементів графової схеми алгоритму на три типи, потім присвоюється вага 2 стану з умовними переходами, тобто множник у матриці системи в такій вершині дорівнює 2, після чого до двох гілок, що виходять з умовної вершини, подається однакове число з протилежними знаками, потім вибір номера стовпця вільних членів з урахуванням детермінанта i , нарешті, якщо стан виявився нецілим числом або кількість станів повторюється, необхідно перевизначити стовпець вільних членів. Такий підхід показує частковий збіг із відомими результатами [2]. Новою властивістю вдосконаленого методу є аналіз детермінанта матриці для визначення того, чи має система рішення, а також застосування методу та його обмеження. Нарешті, надмірність рівнянь проти числом змінних дозволяє використовувати метод найменших квадратів, чого раніше не робилося.

Список використаних джерел

1. M. Miroshnyk, O. Zaichenko, A. Miroshnyk, and N. Zaichenko, "Organization of a Microwave Machines with Operational Transition," 32th International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance, IEEE MMA2022, 2022, pp. 1-4.,
2. M. Miroshnyk, O. Zaichenko, A. Miroshnyk, and N. Zaichenko, "Synthesis of Temporal Machines with Operational Transformation of State Codes," 31th

- International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance, IEEE MMA2021, 2021, pp. 1-4.
3. M. Miroshnyk, O. Zaichenko, A. Miroshnyk, N. Zaichenko, "A Multiprobe microwave multimeter signals iterative processing," 30th International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance, IEEE MMA 2020, 2020, pp.1-4.

*Кривуля Г. Ф., д.т.н, професор,
Токарев В. В., к.т.н., доцент,
Щербак В. К., аспірант
(Харківський національний університет
радіоелектроніки)*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ ЯКІРНИХ ВУЗЛІВ

Застосування бездротових сенсорних мереж (БСМ) для моніторингу складних об'єктів пов'язане з розташуванням вимірювальних сенсорів. Контроль поточного стану складних об'єктів із застосуванням БСМ вимагає великої кількості сенсорів (сотні, тисячі) і є складним технічним завданням. Збір даних для заданого простору в реальному часі здійснюється сенсорною мережею, при цьому потрібна довгострокова робота мережі з необхідною живучістю вузлів. Оскільки кожен наданий вимір пов'язаний з положенням вузла датчика в просторі, процес локалізації (визначення координат) по відношенню до локальної (глобальної) системи координат для кожного вузла має бути виконаний з необхідною точністю. Інші проблеми, пов'язані з мережею бездротових датчиків (наприклад, географічна маршрутизація, оцінка зони покриття або процедури переходу в сплячий режим / пробудження вузлів), можуть збільшити потребу в локалізації вузлів, покладаючись на інформацію про їх місцезнаходження.

Однак, сенсорні вузли зазвичай випадково розгортаються автомобільним роботом або літаком, тому вони не мають попередньої інформації про своє місцезнаходження. Оснастити кожен сенсорний вузол пристроєм глобальної системи позиціонування (GPS) через високу вартість та енергоспоживання неможливо для великорозмірного розгортання. Тому визначення положення сенсорних вузлів, яке називається локалізацією, є однією з ключових технологій БСМ. Таким чином, мета локалізації - знайти фізичні координати для всіх вузлів датчиків [1, 2].

При випадковому розгортанні проблема локалізації вузлів без вихідних координат ускладнюється, але для вирішення завдання використовують спеціальні вузли, які можуть визначати розташування інших вузлів автоматично. Ці конкретні вузли називають маяковими чи якірними, вони оснащені системою GPS й які