

КВР-ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ЗОБРАЖЕННЯ

Кожем'яко В. П., Понура О. І.

Вінницький державний технічний університет
286021, Вінниця, Хмельницьке шосе, 97

тел. (0432) 44-00-19, 44-01-25, факс (0432) 46-57-72, E-mail: VSTU@sovam.com

В представленій роботі запропоновано та описано спосіб розпізнавання зображень на базі квантронного (часового) перетворення сигналів. Для цього перетворення запропоновано використати логіко-часові функції та ієрархічну обробку інформації, що дозволяє добитися високої достовірності при розпізнаванні об'єктів.

ВСТУП

Для отримання різноманітних результатів інженерної діяльності необхідно розв'язати проблему обробки ісходної інформації. Найбільш інтересною задачею цієї проблеми є ідентифікування зображень. Тобто становиться мета розробки оптимальної системи технічного зору.

Найблищим прототипом технічного зору є око людини. Воно базується на мозковій діяльності. При аналізі такого підходу до обробки оптичної інформації з'являється проблема інтуїтивних рішень, що не базуються на стандартних логіко-математичних алгоритмах. Виходячи з цього, спроба створення оптимальних систем технічного зору, за своїми можливостями розпізнавання, які наближаються до людських, ґрунтується в проблему створення неалгоритмічних методів обробки та аналізу інформації.

Таким чином, перед інженерами постає задача створення пристроїв, які базуються на фізико-технологічних основах перетворення інформації, що максимально наближені до природного паралельного сприйняття. Тобто, створення пристрою око-процесорного типу [1]. Подібний пристрій повинен містити в собі три основних блоки обробки інформації:

1. вводу та первинної обробки даних;
2. аналізу інформації, що отримується;
3. розпізнавання об'єкту.

1. ВВЕДЕННЯ ТА ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА

Введення інформації від зорового об'єкту та її перетворення пропонується виконувати за допомогою оптико-електронних пристроїв, які дозволяють виконувати обробку сигналів двох типів: оптичних (світлових) та електричних. Вони дають можливість виконувати введення і обробку даних шляхом паралельного оптичного порівняння при часовому

зсуві та електроному поповненні енергії. Такі умови праці забезпечуються за допомогою принципу квантування часу світловим променем, що несе в своїй довжині інформацію, яка забезпечує максимально можливі швидкодню, інформативність та завадостійкість.

При цьому відмітимо, що основна вимога до сприймаючого елемента – це забезпечення найвищої точності перетворення параметрів зображень у відеосигнал [2].

1.1. ЗАСТОСУВАННЯ ЛВФ

Основою способу, що пропонується, є квантронне (часове) перетворення (КВР-перетворення) всіх сигналів, що надходять від зображення. Такий підхід дозволяє виконати універсалізацію пристроїв обробки, так як не залежно від типу сигналів всі вони перетворюються на деяку універсальну функцію шляхом квантування. Ця функція й підлягає подальшій обробці.

Необхідно, щоб така функція відповідала наступним вимогам: високе адаптування, згідність у високому темпі та з високою достовірністю максимально просто описувати зображення, яке необхідно розпізнати.

В умовах використання оптоелектронних пристроїв обробки інформації в якості універсальних функцій сигналів доцільно застосовувати функції логіко-часового (ЛЧФ) типу [1]. Такі функції не тільки прості в описанні, тому що їх математичний апарат базується на операціях векторної алгебри, але й дозволяє досягти високої швидкості обробки інформації. Така швидкість забезпечується за допомогою носія інформації – часового фактора.

Таким чином, для формування ЛЧФ виконується плоскостне перетворення у поточний момент часу величини світлового потоку у відповідні тривалості часових інтервалів. Такий підхід до обробки надзвичайно важливий в пристроях око-процесорного типу, які автоматизують процес обробки зображень, особливо в динамічних системах.

1.2. ПЕРЕТВОРЕННЯ ДАНИХ

При паралельному введенні оптичної інформації в пристрій, первинне зображення сканується на апертуру приймального пристрою, тобто кожною окремою чарункою апертури виконується прийом інформації від кожної окремої точки зображення.

При цьому формуються сигнали різноманітних типів, тобто кожен з них містить в собі доволі різноманітні характеристики зображення, яке розпізнається. Всі сигнали, які надійшли на приймальний пристрій, перетворюються за допомогою KVP-перетворення на ЛЧФ, які підлягають попередньої обробці.

Попередня обробка базується на способі паралельного складання часових інтервалів [3]. В даному випадку цей метод використовується як метод формування категорії визначника [4], у відповідності з яким буде виконуватися розпізнавання зображень. Спираючись на те, що спосіб паралельного складання дає можливість відокремлення загальних частин сигналів, з усіх ЛЧФ, що надходять, відокремлюється одночасно (паралельно) декілька загальних частин, кожна з яких характеризує деякий конкретний визначник розпізнавання.

З цього виходить, що спосіб, який пропонується, виконує обробку сигналів для розпізнавання не за одним конкретним визначником, а за деякою кількістю, при чому ця кількість не завдана спочатку, а визначається в процесі попередньої обробки інформації. Одночасно із процесом відокремлення загальних частин ЛЧФ виконується розділення характеристик визначників, що отримуються, на якісні та кількісні характеристики. Кожен з класів визначників подається на окремий канал обробки інформації у відповідності із якістю визначника. В кожному з каналів виконується одночасна кінцева обробка.

2. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЇ

Як було відмічено вище, запропонований спосіб розпізнавання зображень базується на відокремленні визначників та формуванні їх систем для виконання кінцевого розпізнавання, тобто для визначення типу зображення. Але головною рисою, що відрізняється, цього способу є те, що за рахунок відокремлення одночасно декількох визначників значно підвищується достовірність розпізнавання зображень.

Після закінчення попередньої обробки інформації виконується паралельний аналіз сигналів в двох каналах: якісному та кількісному. Кожен з каналів виконує обробку сигналів з формуванням систем визначників зображень наприкінці аналізу.

В каналі кількісної обробки виконується формування визначників, які описують конкретні фізичні характеристики зображень (маса, вага, об'єм, форма, розміри та інші.).

В каналі якісної обробки виконується синтезування (генерування) визначників. Причому в основі генерації також покладений спосіб паралельного складання [3], в даному випадку виконується багатократне формування загальних частин. Така операція була названа ієрархічним складанням, та як операції паралельного складання здійснюється у відповідності з побудовою ієрархії. Побудова ієрархії

базується на умові достатності формування визначників, які здатні повністю описати зображення при кінцевому розпізнаванні.

Кожен ієрархічний рівень забезпечує генерацію деякого визначника зображення. Таким чином, робимо висновок, що чим більше рівней містить операція ієрархічного складання, тим точніше та повніше буде описано зображення. Для визначення достатності рівней ієрархії та кількості визначників вводиться деяка комутаційна функція, яка у випадку недостатності визначників виконує перекомутацію між окремими операціями ієрархії.

Необхідно відмітити, що при такому підході до відокремлення визначників зображень всі визначники, що отримані, будуть неявно вираженими, тобто це будуть не тільки конкретні фізично визначенні величини, але й їх різноманітні опосередковані інтегровані комбінації.

Після закінчення синтезу (генерації) визначників, яке визначене за допомогою функції комутації, виконується формування систем окремих визначників. Формуються так звані кодери-визначники, які характеризують кожний конкретний визначник. В даному випадку в якості кодеру є ЛЧФ, яка описує властивості визначників за допомогою своєї формуючої функції.

Для виконання операції розпізнавання зображення необхідно створити єдину ЛЧФ системи визначників, яка б об'єднувала в собі всі властивості всіх кодерів визначників. В цьому випадку постає питання про аналітичну залежність єдиної функції розпізнавання від кожного з кодерів окремо при їх одночасному взаємовпливі. Для врахування впливу кожного кодеру один на одного вводиться нова математична функціональна залежність, яка називається оператором впливу. За його допомогою описується формування функції, яка буде кодувати конкретну систему визначників, – цільовий кодер:

$$F = \sum_{i=1}^n a_i \prod_{j=1}^m p_j, \quad (1)$$

де n – кількість вхідних сигналів;

a_i – інформація, яка міститься i -м сигналом;

$\prod_{j=1}^m$ – оператор впливу визначників один на одного;

m – кількість кодерів-визначників, що були синтезовані;

p_j – змінна, яка характеризує фізичний зміст визначника зображення.

З усього вище згаданого витікає, що цільовий кодер набуває якісну залежність від функції оператора впливу, при цьому він зберігає кількісну характеристику зображення. Завдяки впливу одного на одного різноманітних ЛЧФ робимо висновок, що функцію цільового кодеру можна представити у вигляді простіших логічних операцій.

Таким чином, при наявності функцій цільових кодерів кожної системи неявно виражених визнач-

ників з'являється можливість формування кінцевої єдиної ЛЧФ. Така функція у фізичному змісті повинна максимально повно описувати зображення, що розпізнається, формуючи в графічному вигляді своєрідний аналог «ключа-відмички». Це досягається за допомогою того, що змінні признаков p_j під дією оператора впливу діють на різноманітних рівнях суперпозиції, що дозволяє формувати ЛЧФ складної конфігурації (рис. 1).

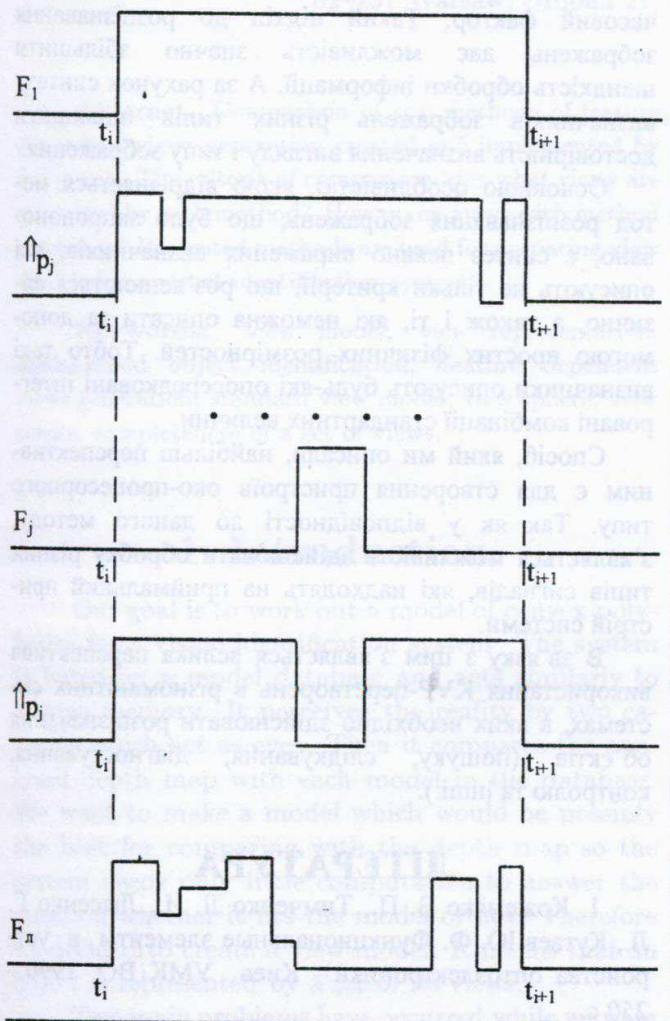


Рис. 1. Формування ключової функції.

Оператор впливу є певною функціональною залежністю, яка діє на конкретному проміжку часу. Операція дії оператора впливу та формування ключової функції описується за допомогою формули:

$$F = \int_m F_j = \int_m \left(\sum_{i=1}^n a_i \uparrow p_j \right), \quad (2)$$

де F_λ – зведена інтегрована кількісно-якісна ЛЧФ (ключова функція);

$\int_m F$ – оператор узагальненого інтегрування кіль-

кісного результату паралельних вхідних змінних з визначенням фізичних розмірностей та неявно виражених визначників.

Після закінчення формування ключової функції, яка є унікальним відображенням конкретного

зображення, закінчується етап аналізу та обробки інформації.

3. РОЗПІЗНАННЯ ЗОБРАЖЕННЯ

Базою розпізнавання зображення є операція порівняння результатів, що отримані при обробці, із раніше відомими. Тому припускаємо, що існує деяка база знань, яка містить в собі еталонні зразки сигналів (тобто ЛЧФ) зображень, які обов'язково відносяться до класу зображення, яке необхідно розпізнати.

Перед тим, як приступити до кінцевого розпізнавання зображення, необхідно виконати аналіз цінності результату (ключової функції), тобто впевнитися в інформативності та відповідності сигналу, а саме сигнал має характеризувати зображення, а не сторонні завади чи шуми. У відповідності з цим виконується порівняння функції, що отримана в процесі формування ключової функції, з подібними функціями еталонів. У випадку наявності ідентичного еталону (аналогу) – зображення вважається розпізнаним. У випадку ж, коли аналогу до результату не знайдено розглядаються два можливих випадки: незначні відхилення результату від аналогу та відсутність аналогів взагалі.

В першому випадку необхідно виконати аналіз невідповідності та визначити наступне: чи є згадана невідповідність результатом дії завод при обробці інформації чи незначним змінням зображення з течією часу. Якщо неаналогічність – результат дії завод, то виконується повторне виділення визначників на раніше синтезованих структурах.

У випадку ж неспівпадання з причини часового фактору розпізнавання виконується у відповідності з імовірністю еволюційного розвитку об'єкту, що розпізнається. Якщо при пошуку аналогу в базі знань відсутні відповідні еталони, то у випадку позитивної оцінки цінності результату, новий результат записується в базу знань у якості нового еталону. Таким чином виконується еволюційний розвиток бази знань.

4. ПРАКТИЧНЕ РЕАЛІЗУВАННЯ МЕТОДУ

Для розпізнавання зображень був представлений спосіб КВП-перетворення, але для реалізування його необхідно виконати конструювання пристрою, який буде виконувати розпізнавання зображень на базі цього методу. Для цього необхідно врахувати всі вимоги до обробки зображень, що були представлені вище: до прийому інформації, перетворенню, аналізу, формуванню кінцевого результату (висновку про тип зображення).

Розглянемо припустимий пристрій розпізнавання, яке основане на відокремленні неявно виражених визначників та КВП-перетворенні. З принципу обробки інформації можна сказати, що в якості

основних блоків такого пристрою приймаються: блок перетворення сигналів на ЛЧФ та відокремлення типів визначників, блок синтезатора-генератора визначників та блок визначення типу зображення з системою формування бази еталонних знань.

На першому етапі обробки інформації в пристрої необхідно виконати не тільки перетворення на ЛЧФ сигналів, але й визначити типи визначників, згідно з якими потім буде виконуватися класифікування визначників та розпізнавання зображень. Для цього в якості первинного аналізатору інформації пропонується використати паралельний суматор [5], який базується на принципі паралельного складення.

При детальному аналізі можливостей цього суматора, робимо висновок, що він здатен не тільки виконувати простіші математичні операції (складення, віднімання) з лінійними функціями, але й синтезувати функції з інтегральним описом. Це дозволяє назвати цей суматор більш узагальненою назвою – функційно-інтегральний синтезатор.

Виходячи з принципу паралельного складення, функційно-інтегральний синтезатор виконує відокремлення загальних частин всіх сигналів, що надійшли. На етапі попередньої обробки ці загальні частини характеризують конкретні типи визначників, що дозволяє виключити помилку при отриманні двох ідентичних функцій для різних визначників. Для проведення детального аналізу інформації, що надійшла, до пристрою вводиться два каналу обробки: якісний та кількісний. Як вже говорилося вище, в кожному з каналів виконується обробка «своїх» конкретних визначників.

Основною часткою каналу якісної обробки є синтезатор-генератор [4] визначників зображень. Такий синтезатор-генератор виконує основну операцію відокремлення неявно виражених визначників – ієрархічне складення. Синтез визначників забезпечується завдяки будованню ієрархічної структури, елементарною чарункою якої є функційно-інтегральний синтезатор. Генерація максимально ємкісних визначників зображень передбачає адаптивний синтезатор-генератор самоналагоджуваний на оптимальну структуру розпізнавання для забезпечення максимальної ефективності перекомутації зв'язків між елементарними чарунками, в якості зв'язуючих ланцюгів використовується волоконно-оптична комутація.

Після виконаного аналізу інформації робиться кінцеве розпізнавання об'єктів. Для цього в пристрій вводиться блок визначення типу зображення із системою формування бази еталонних знань. При цьому необхідно врахувати, що для системи формування бази знань потрібна наявність динамічної пам'яті, яка забезпечить не тільки збереження даних, але й забезпечить еволюційний розвиток бази знань.

Найбільш доцільно при такому підході до обробки сигналів в якості динамічної пам'яті використати волоконно-оптичні лінії затримки. Вони

мають забезпечити всі умови для збереження та динамічного передавання даних (точність, швидкість, функціональність).

ВИСНОВКИ

Принцип розпізнавання, що було запропоновано, цікавий тим, що в його основі лежить квантронне перетворення (KVP-перетворення) сигналів, що дозволяє в якості носія інформації використовувати часовий фактор. Такий підхід до розпізнавання зображень дає можливість значно збільшити швидкість обробки інформації. А за рахунок синтезу визначників зображень різних типів підвищити достовірність визначення вигляду і типу зображення.

Основною особливістю, якою відрізняється метод розпізнавання зображень, що було запропоновано, є синтез неявно виражених визначників, які описують не тільки критерії, що роз'яснюються фізично, а також і ті, які неможна описати за допомогою простих фізичних розмірностей. Тобто такі визначники описують будь-які опосередковані інтегровані комбінації стандартних величин.

Спосіб, який ми описали, найбільш перспективним є для створення пристроїв око-процесорного типу. Так як у відповідності до даного методу, з'являється можливість здійснювати обробку різних типів сигналів, які надходять на приймальний пристрій системи.

В зв'язку з цим з'являється велика перспектива використання KVP-перетворень в різноманітних системах, в яких необхідно здійснювати розпізнавання об'єктів (пошуку, слідування, діагностування, контролю та інші.).

ЛІТЕРАТУРА

1. Кожемяко В. П., Тимченко Л. И., Лысенко Г. Л., Кутаев Ю. Ф. Функциональные элементы и устройства оптоэлектроники. – Киев УМК ВО. 1990. – 250 с.
2. Кожемяко В. П. Применение оптоэлектронных логико-временных сред в информационно-вычислительной технике. – К.: Знание. 1988. – 20 с.
3. А. с. СССР № 1119035, МКИ G 06 G 7/14. Способ параллельного сложения длительностей группы временных интервалов./ В. П. Кожемяко, Л. И. Тимченко, Т. В. Головань //Открытия. Изобретения. – 1984. – № 38.
4. Кожемяко В. П., Понура О. И., Кожемяко О. В. Универсальный способ генерации визначников для неалгоритмического распознавания зображень та реалізація його на логіко-часових середовищах. /Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. № 2, 1997. – С. 13–19.
5. А. с. СССР № 1101817, МКИ G 06 F 7/50. Устройство для сложения./ В. П. Кожемяко, Л. И. Тимченко, Т. В. Головань, Н. Е. Фурдияк //Открытия. Изобретения. – 1984. – № 25.