

SENSORS AND INFORMATION SYSTEMS

СЕНСОРИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

УДК 621.382

ШЛЯХИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО СЕНСОРА

Я. І. Лепіх, І. О. Іванченко, Л. М. Будіянська, В. І. Сантоній

*Міжвідомчий науково-навчальний фізико-технічний центр МОН і НАН України
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65082, e-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua*

Анотація. В роботі описано один із ефективних методів інтелектуалізації оптико-електронного сенсора, що базується на порівнянні, аналізі і обробці апіорної і поточної інформації про об'єкт досліджень. Обробка інформації просторових і просторово-часових координат сенсора (в тому числі і багатоканального-мультисенсора) здійснюється мікропроцесором.

Ключові слова: оптико-електронний сенсор, інтелектуалізація, розпізнавання образів, алгоритм

WAYS of the OPTICO-ELECTRONIC SENSOR INTELLECTUALIZATION

Ya. I. Lepikh, I. O. Ivanchenko, L. M. Budiyanskaya, V. I. Santoniy

Abstract. In the work one of effective methods of optico-electronic sensor intellectualization which is based on the comparison, analysis and processing of the aprioristic and current information on investigation object is described. Processing of the sensor spatial and space-time coordinates information (including multichannel multisensor) is carried out by the microprocessor.

Keywords: optico-electronic sensor, intellectualization, pattern recognition, algorithm

ПУТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО СЕНСОРА

Я. И. Лепих, И. А. Иванченко, Л. М. Будиянская, В. И. Сантоний

Аннотация. В работе описан один из эффективных методов интеллектуализации оптико-электронного сенсора, который базируется на сравнении, анализе и обработке априорной и текущей информации об объекте исследований. Обработка информации пространственных и пространственно-временных координат сенсора (в том числе и многоканального-мультисенсора) осуществляется микропроцессором.

Ключевые слова: оптико-электронный сенсор, интеллектуализация, распознавание образов, алгоритм

ВСТУП

Розвиток мікроелектроніки і водночас суттєво зрісші можливості мікропроцесорної техніки та її використання у високоефективних інформаційних (інтелектуальних) системах потребують реалізації нових підходів до створення інтелектуалізованих сенсорів (датчиків) [1-3]. Сенсори нового покоління інтегровані в інтелектуальні системи мають забезпечити виконання основних функцій у режимі on-line, а також відповідати вимогам мікромініатюризації з одночасним підвищенням надійності інформаційних систем.

Інтелектуальні сенсорні системи є сукупністю послідовних функціональних ланок: сенсор (первинний перетворювач), який зв'язує чутливий елемент через високоточний вимірювальний канал із засобами інтелектуальної обробки отриманої інформації – мікропроцесором.

Одним із поширених в інформаційних системах є оптико-електронний сенсор [4, 5], підходи до розв'язання задачі інтелектуалізації якого представлені у даній роботі.

МЕТОД ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ОЕС

Одним із шляхів інтелектуалізації роботи оптико-електронного сенсора (ОЕС) є його побудова на основі використання інформації двох типів – апріорної та поточної, їх порівняння та прийняття рішення на базі гармонічного аналізу образів досліджуваних об'єктів. Апріорні відомості про об'єкти різної фізичної природи, габаритів та конфігурації концентруються в пристроях обробки інформації ОЕС з використанням мікропроцесора.

У вигляді банку даних інформація придатна для зберігання й аналізу ситуації з відповідним управлінням алгоритмом роботи ОЕС у режимі інтелектуального аналізу. Порівняння поточної інформації з апріорною, яка має координатну прив'язку, шляхом її перебору, дозволяє оцінити положення контрольованого об'єкта.

Процес розпізнавання образів об'єктів складається з двох етапів. На першому етапі здійснюється вимірювання параметрів еталонного образу об'єкта. Потім проводиться порівняння розпізнаваного образу з еталон-

ним, за результатами чого можна судити про його приналежність до визначеного класу. Задача розпізнавання, таким чином, складається з вимірювання і порівняння образу, що спостерігається, й еталонного шляхом зіставлення їхніх параметрів-ознак.

Еталонний образ контрольованого об'єкта локації формується за допомогою оптичного поля, наприклад, у виді набору інформації, що відповідає можливим положенням об'єкта в процесі руху в обраній системі координат. Якщо отриману поточну інформацію порівняти шляхом перебору з еталонною, то по максимальному їх збігу можна судити про положення контрольованого рухливого об'єкта.

Сукупність оцінок і відмінних ознак розпізнаваного об'єкта характеризує деяку точку в q -мірному просторі. Оцінки двох ознак x_1 і x_2 можуть трактуватися як координати точки на площині xOy . Область можливих чи припустимих оцінок відмінних ознак утворить підпростір образу, що відноситься до одного класу. Сукупність інших значень оцінок утворить наступну область і т.д.

Формою оцінки ідентичності інформації є мінімум норми різниці вектора X і деякого вектора X^* , що характеризує еталонний образ. Якщо компоненти векторів безрозмірні, то користуються сумою квадратів різниці компонентів цих векторів:

$$\Delta X = (X - X^*)^T (X - X^*) \quad (1)$$

Вважається, що образ, який спостерігається, належить до i -го класу, якщо квадратична форма міри (1) для j -го еталона менше тієї ж величини для будь-якого іншого j -го еталона. Метод мінімізації відстаней між векторами X і X_j^* полягає в тому, що образ, який характеризується набором ознак, належить до i -го класу, якщо $X^T X_i^* > X^T X_j^*$, $i \neq j$.

Межі класів розмиті через вимірювання на фоні шумів і апріорної невизначеності оцінок класу. Тому результат розпізнавання носить характер імовірності. У якості міри збіжності еталонного та контрольованого об'єкта, який спостерігається, використовуються статистичні характеристики, із яких найбільш зручною є кореляційна функція між векторами, що характеризують кожний образ. Унаслідок цього

як міру збіжності образу, що спостерігається, й еталонного доцільно використовувати кореляційні характеристики у виді кореляційної функції між векторами X і X^* , тобто $B = \langle X^T X^* \rangle$.

При спостереженні просторових $s(x, y)$ і просторово-часових $s(x, y, t)$ сигналів принципи розпізнавання виглядають так: на площині спостереження xOy знаходять область, у якій функція інтенсивності подібна з деякою задалегідь заданою функцією інтенсивності, названою еталонном. Критерієм подібності є квадратична форма міри, що зводиться до кореляційної функції між образом, що спостерігається, й еталонним [6]:

$$B = s(x, y) s(x - \lambda_x, y - \lambda_y), \quad (2)$$

де λ_x і λ_y визначають зсуви еталонного образу щодо приналежного тому ж класу образу на площині спостереження xOy .

Максимум (2) відповідає повному сполученню цих образів, при якому $\lambda_x, \lambda_y = 0$. Але оскільки переміщення еталона по площині спостереження контролюється, то і його положення в системі координат xOy завжди відомо.

Очевидно, що максимізація значення дозволяє не тільки вирішити задачу розпізнавання, але і вимірювати поточне положення образу на площині спостереження.

У загальному випадку розпізнавання може проводитися за допомогою багатоканального сенсора, тобто p -канального пристрою, у кожному каналі якого обчислюється умовна щільність імовірності події ω_p , що відповідає присутності l -го сигналу ($l=1, 2, \dots, p$). Отримані в кожному каналі значення $\omega(r/\omega_p)$ порівнюються з метою виявлення найбільшого й ухвалення рішення про l -ну подію. Тому задача розпізнавання визначається знаходженням умов щільності імовірності $\omega(r/\lambda_p, \omega_p)$, названої також функціоналом правдоподібності. Під λ_p розуміється початкова виставка l -го еталона.

Таким чином, щільність імовірності $\omega(r/\lambda_p, \omega_p)$ виступає в ролі апостеріорної щільності імовірності оцінки зсуву, що спостерігається, i -го сигналу, а пристрій, що розпізнає, являє собою p -канальний сенсор (вимірювач), у кожному каналі якого використовується свій

l -ий еталон з початковою виставкою, обумовленою очікуваним положенням l -го сигналу на площині спостереження. Якщо l -й сигнал-образ присутній у спостереженні $r(x, t)$, то в l -м каналі виробляється оптимальна оцінка його положення.

Сполучення p фільтрів, що реалізують оптимальний нелінійний алгоритм обробки сигналу кореляційно-екстремального типу, дозволяє вирішувати задачу розпізнавання в такий спосіб. На вхід кожного фільтра надходить вхідний сигнал спостереження $r(x, t)$, представлений своїми дискретними значеннями. У кожному з них вводиться еталонний сигнал також у дискретному представленні, положення якого визначається в початковий момент часу – апріорними відомостями, а потім – оцінкою, отриманою на попередньому кроці спостереження. Якщо в l -м каналі формується найменше значення дисперсії σ_{ip}^2 , то у вхідному сигналі присутній образ того ж l -го класу, що й еталон.

При переході в розпізнавальних ОЕС до послідовного методу не обов'язкове використання p -канального вимірювання. Досить мати один канал, що реалізує аналогічні алгоритми, але при цьому послідовно порівнювати вхідний сигнал з p наявними еталонами.

Такий метод при значному спрощенні загальної схеми локаційного ОЕС, що розпізнає, доцільно використовувати при малій кількості очікуваних сигналів-образів. В іншому випадку процес розпізнавання вимагає значного загального часу розпізнавання, що перевищує час розпізнавання p -канального пристрою приблизно в p раз.

ВИСНОВКИ

Розв'язано важливу задачу по створенню конукурентоспроможного інтелектуалізованого ОЕС, що може бути ефективно використаний, зокрема, в оптико-локаційних системах з розпізнаванням образів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Lepikh Ya.I., Gordienko Yu.A., Dzyadevich S.V. i. dr. Intelektual'ni vymiryuval'ni systemy na osnovi mikroelektronnykh datchykv novogo po-

- kolinnya: [monografiya] za red. Ya.I. Lepikha, V.O. Romanova.-Odesa: Astroprint, 2011.- 352 s.
2. Lepikh Ya.I. Akustoelektronni datchiki dlya obladnannya i tekhnologichnykh protsesiv , yaki spryagayut'sya z EOM // Vymiryuval'na ta obchislyuval'na tekhnika v tekhnologichnykh protsesakh.- 2001.-Vyp. 8.-S 472-475.
 3. Lepikh Ya.I., Lenkov S.V., Mel'nik V.G. i. dr. Intelektual'ni vymiryuval'ni kanaly sensorykh system // Nauka i oborona . -2011.- № 2. -S. 36-43.
 4. Lepikh Ya.I., Ivanchenko I.A., Budi-yanskaya L.M. Primenenie optiko-geometriceskogo metoda v blizhaishei opticheskoi lokatsii // Izv. VUZov, Radioelektronika.-2012.-55, № 2 .-S.42-49.
 5. Lepikh Ya.I., Selyukov L.M., Santoniy V.I.et.al. Telekerovaniy nekontaktnyy optyko-elektronnyy vyprominyuvach parametriv vibratsyy // Zbirnyk naurovkykh prats' Vijs'kovogo instytutu Kyivs'kogo nats. un-tu im. T. Shevchenka.-K., 2011.-№ 33.-S.46-50.
 6. Baklitskiy V.K., Bochkariov A.M., Mus'yakov M.P. Metody fil'tratsii signalovvkorrelyatsyonno-ekstremal'nykh sistemakh navigatsyi.-M.: Radio i svyaz', 1986.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2014 р.