

АДАПТАЦИЯ УСТРОЙСТВА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ К ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ЦЕЛИ

Свинарский М. В., Ярмолик С. Н., Храменков А. С., Зайко Е. В.

Кафедра автоматики, радиолокации и приемо-передающих устройств, Военная академия Республики Беларусь

Минск, Республика Беларусь

E-mail: mechislav1993@gmail.com, yarmsergei@yandex.ru, xras.tech@mail.ru, zayko.eugene@mail.ru

В докладе рассмотрена структура устройства последовательного радиолокационного распознавания по сигнальным и траекторным признакам с учетом адаптации к пространственной ориентации наблюдаемого объекта. Адаптация эталонных классификационных признаков к условиям наблюдения объекта достигается за счет учета плотностей вероятности оценок неизвестных параметров изменяющихся условий наблюдения. Совместное использование сигнальных и траекторных признаков повышает качество принимаемых решений о классе объекта наблюдения.

ВВЕДЕНИЕ

Задача радиолокационного распознавания заключается в установлении факта принадлежности наблюдаемого объекта к определенному классу. Информация о классе объекта радиолокационного наблюдения может использоваться для целераспределения, целеуказания, адаптации средств поражения, вскрытия замысла противника и т.п. При этом задача радиолокационного распознавания должна решаться в реальном масштабе времени и обеспечивать высокую достоверность принимаемых решений. В связи с этим повышение эффективности алгоритмов распознавания путем внедрения процедур адаптации с учетом совместного использования сигнальных и траекторных признаков является весьма актуальной задачей.

I. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При использовании сигнальной и траекторной информации о классе наблюдаемого объекта целесообразно применять байесовское решающее правило по совокупности признаков в мультипликативной форме [1]:

$$\text{если } \sum_{g=1}^M P(A_g) \Lambda(\xi_{k+1}|A_g) L_{\eta}(\xi_{k+1}|A_g) \Pi_{jg}(k+1) < \sum_{g=1}^M P(A_g) \Lambda(\xi_{k+1}|A_g) L_{\eta}(\xi_{k+1}|A_g) \Pi_{lg}(k+1),$$

$$j, l = 1 \dots M, j \neq l, \text{ то } A_l^*$$

где M - число распознаваемых классов объектов; $P(A_g)$ - априорная вероятность наблюдения объекта g -го класса; $\Lambda(\xi_{k+1}|A_g)$ - отношение правдоподобия, сформированное по сигнальным признакам, ξ_{k+1} ; $L_{\eta}(\xi_{k+1}|A_g)$ - коэффициент правдоподобия, сформированный по траекторным признакам; $\Pi_{jg}(k+1)$ - стоимость решения о g -м классе при наличии j -го на $(k+1)$ -м шаге наблюдения.

Отношение правдоподобия $\Lambda(\xi_{k+1}|A_g)$ характеризует степень достоверности гипотезы о соответствии наблюдаемых сигнальных признаков ξ_{k+1} эталонным значениям объекта g -го класса. Следует отметить, что сигнальные классификационные признаки существенно зависят от ориентации летательного аппарата (ЛА) в пространстве [2]. Пространственную ориентацию цели в системе координат линии визирования радиолокатора принято характеризовать совокупностью трех углов: курса, тангажа и крена ($\Theta_{k+1}^{\text{ЛВ}} = \|\psi^{\text{ЛВ}} \phi^{\text{ЛВ}} \gamma^{\text{ЛВ}}\|$) [2]. В процессе полета углы пространственной ориентации (УПО) ЛА относительно радиолокатора постоянно изменяются, что обуславливает необходимость адаптации эталонных сигнальных признаков к условиям наблюдения.

Перспективным направлением в создании адаптивных систем распознавания является использование плотности вероятности (ПВ) оценок УПО наблюдаемого объекта. Суть данного метода заключается в адаптивном формировании эталонных сигнальных признаков, в соответствии с текущими оценками совместного распределения УПО ЛА [2]:

$$\Lambda(\xi_{k+1}|A_g) = \int_{\Gamma_{\Theta_{k+1}^{\text{ЛВ}}}} p(\hat{\Theta}_{k+1}^{\text{ЛВ}}|A_g) \Lambda(\xi_{k+1}|\hat{\Theta}_{k+1}^{\text{ЛВ}}, A_g) \times d(\hat{\Theta}_{k+1}^{\text{ЛВ}}), \quad g = 1 \dots M,$$

где $p(\hat{\Theta}_{k+1}^{\text{ЛВ}}|A_g)$ - ПВ УПО ЛА в системе координат линии визирования, условная по классу наблюдаемого объекта; $\Lambda(\xi_{k+1}|\hat{\Theta}_{k+1}^{\text{ЛВ}}, A_g)$ - отношение правдоподобия, условное по классу наблюдаемого объекта и значению УПО ЛА; $\Gamma_{\Theta_{k+1}^{\text{ЛВ}}}$ - область определения возможных значений УПО ЛА.

Коэффициент правдоподобия $L_{\eta}(\xi_{k+1}|A_g)$ характеризует достоверность гипотезы о соответствии наблюдаемых траекторных признаков

η_{k+1} априорным диапазоном распределения признаков объекта g -го класса. Расчет коэффициента правдоподобия осуществляется в соответствии с выражением [1]:

$$L_{\eta}(\xi_{k+1}|A_g) = \int_{V_{\eta}^{(g)}} p(\eta_{k+1}|A_g)p(\eta_{k+1}|\xi_{k+1}, A_g) \times \\ \times d\eta_{k+1}, g = 1 \dots M,$$

где $p(\eta_{k+1}|A_g)$ - априорная ПВ траекторных признаков η_{k+1} ; $p(\eta_{k+1}|\xi_{k+1}, A_g)$ - апостериорная ПВ траекторных признаков; $V_{\eta}^{(g)}$ - область определения возможных значений траекторных признаков η_{k+1} объекта g -го класса.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Структурная схема устройства радиолокационного распознавания, учитывающая сигнальные признаки адаптивные к пространственной

ориентации объекта и траекторные признаки, представлена на рисунке (смотри рисунок 1).

Таким образом, синтезирована структурная схема устройства радиолокационного распознавания наблюдаемого класса объекта, позволяющая с требуемой эффективностью решать поставленную задачу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горшков, С. А. Сочетание сигнальных и траекторных признаков в задачах измерения-распознавания / С. А. Горшков, А. С. Солонар // Прикладная радиоэлектроника, 2009. – Т. 8. – № 4. – С. 497–500.
2. Ярмолик, С. Н. Учет распределения углов пространственной ориентации летательного аппарата при адаптации радиолокационных портретов к изменяющимся условиям наблюдения / С. Н. Ярмолик, М. В. Свинарский, А. С. Храменков, Е. В. Зайко // Доклады БГУИР, 2018. – № 5. – С. 28–36.

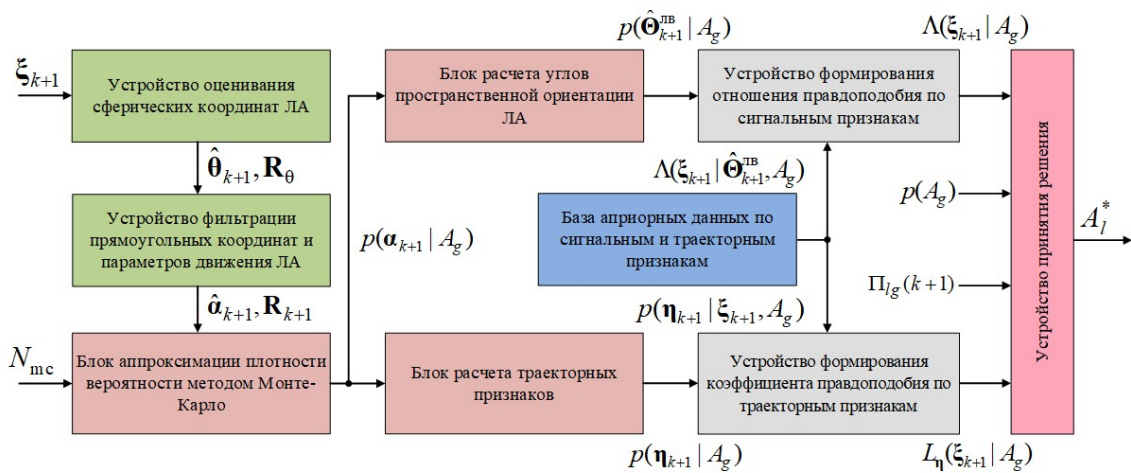


Рис. 1 – Структурная схема устройства радиолокационного распознавания по сигнальным и траекторным признакам с адаптацией к пространственной ориентации объекта