

где  $w(\cdot)$  – весовая функция признакового окна;  $G = W'(\cdot)$  – градиент функции фильтрации признакового окна;  $\|\cdot\|$  – квадрат евклидова расстояния между координатами цели и пикселей в пределах признакового окна;  $h$  – радиус функции фильтрации.

5.3. Проверка условия окончания цикла оценки средневзвешенного смещения.

Производится проверка выполнения условия на минимальное значение средневзвешенного смещения и предельное количество итераций.

6. Предсказание нового масштаба и позиции цели.

Производится вычисление моментов нулевого и первого порядков, на основании которых осуществляется предсказание позиции и размеров цели на следующем кадре видеопоследовательности.

В результате выполнения алгоритма для каждого кадра видеопоследовательности определяются координаты центра признакового окна, в котором обнаружена цель или принимается решение об отсутствии цели в кадре.

Достоинствами предложенного алгоритма является адаптивность к изменению размера и формы цели, недостатками – достаточно высокая вычислительная сложность, определяемая размерами признакового окна и гистограммы. Одним из способов уменьшения вычислительной сложности (до 330 раз) является использование ковариационных признаков, которые позволяют рассчитывать весовые функции только для пикселей вдоль вектора смещения, а не всего признакового окна.

#### Список литературы

1. Comaniciu D., Ramesh V., Meer P. // IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2003. Vol. 25, N. 5. P. 564–577.

УДК 621.391

## САМООРГАНИЗУЮЩАЯСЯ ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПОГРАНИЧНОЙ РАДИОСВЯЗИ

С.Л. ЖДАНОВ, И.И. ЗАБЕНЬКОВ, Н.Н. ИСАКОВИЧ,  
Д.А. ЕНЬКОВ, Н.А. МЕЖЕНИН

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск. 220013, Республика Беларусь  
zabenkov@bsuir.by*

В работе рассматривается вариант построения самоорганизующейся квазисинхронной системы радиосвязи. Отличительной чертой подобных систем является то, что связь по всей зоне действия осуществляется на одной и той же частоте. Это исключает необходимость выбора канала в разных частях зоны. Квазисинхронные системы решают проблему недостаточности частотного ресурса.

*Ключевые слова:* самоорганизующиеся системы, радиосвязь.

При решении задачи обеспечения радиосвязи на больших территориях обычно используются транкинговые системы связи, стоимость которых достаточно велика. В частных случаях возможно недорогое, но качественное решение проблемы – использо-

вание самоорганизующихся квазисинхронных систем радиосвязи. Главной отличительной чертой подобных систем является то, что связь по всей зоне действия осуществляется на одной и той же частоте, что исключает необходимость выбора канала в разных частях зоны. Используя одну и ту же частоту, квазисинхронные системы также решают проблему недостаточности частотного ресурса. Появление современных квазисинхронных систем стало возможным благодаря новым разработкам в области цифровой обработки сигналов, которые позволили автоматизировать трудоемкий процесс настройки системы в областях перекрытия зон работы отдельных передатчиков.

Система радиосвязи предназначена для организации линейной радиосвязи между пограничными заставами, расстояние между которыми гораздо больше зоны радиопокрытия одной радиостанции, и должна обеспечивать связь в цифровом режиме (с радиостанциями комплекса «Цифра») и в аналоговом режиме (с радиостанциями старого парка). Структурная схема системы состоит из цепочки линейных ретрансляторов, расположенных в виде ломаной линии большой протяженности и обслуживающих в своих зонах абонентских радиостанций. А1-1...А1-м; А2-1...А2-к; ... ; А8-1...А8-j (в возимом и портативном вариантах). Она предназначена для радиопокрытия участка одной заставы связью портативных радиостанций с диспетчерской радиостанцией, устанавливаемой в расположении объекта, и организации линейной радиосвязи, которая обеспечивает связь в цифровом режиме между возимыми (автомобильными) и портативными радиостанциями и центральной диспетчерской станцией через ретранслятор (с временным разделением режимов прием/передача).

Связь между двумя цифровыми абонентами возможна только в зоне радиопокрытия одного ретранслятора. Центральная станция (ЦС) роль ретранслятора не выполняет, поэтому организация связи между абонентами, находящимися в пределах одной объекта, но в зонах радиопокрытия разных базовых ретрансляторов (БР), не производится.

Возможна непосредственная связь между абонентскими радиостанциями в цифровом режиме (без ретрансляторов). Возимые и портативные радиостанции обеспечивают одинаковые виды работы. Вызов, осуществляемый по номерам, может быть как индивидуальным, так и групповым, как на участке своего объекта, так и на участке удаленного объекта (при нахождении в зоне радиопокрытия линейных ретрансляторов (ЛР)). Список вызываемых абонентов портативной радиостанции заносится в память при конфигурировании и настройке радиостанции.

Система связи является адресной - каждому абоненту системы присваивается номер. Полный номер абонента включает в себя номер объекта (три цифры от 101 до 899), и собственно индивидуальный номер абонента на участке данного объекта (2 цифры от 01 до 98; абонентский номер 99 всегда присваивается центральной станции объекта). Для обеспечения возможности группового вызова на участке объекта допускается организация до 10 групп, в каждую из которых может быть включено до 10 абонентов. Центральная станция объекта содержит список зарегистрированных абонентов, в соответствии с которым и дает разрешение БР на ретрансляцию.

Для соединения с ЦС на аналоговом канале абонентская радиостанция переключается в нужный режим на канал аналоговых связей. Для связи радиоабонентов между собой на канале автономных связей абонентская радиостанция переключается в нужный режим на канал автономных связей. Необходимые режимы работы и каналы связи назначаются при программировании радиостанций. При установлении соединения вызывающим абонентом БР на аналоговом канале автоматически сообщает ЦС параметр качества сигнала абонента, поэтому, при нахождении абонента в зонах радиопокрытия нескольких БР одновременно, ЦС выбирает из них только одну, и на цифровом канале дает разрешение на работу ретранслятора.

При вызове с ЦС подвижного абонента оператор ЦС может указать принудительно номер ретранслятора, через который необходимо осуществить связь. У абонента возимой радиостанции есть возможность не использовать алгоритм автоматического определения активного ретранслятора по уровню сигнала, а указать желаемый ретранслятор принудительно. Линейная связь осуществляется посредством цепочки линейных ретрансляторов (ЛР) и предназначена для организации радиосвязи между абонентами удаленных объектов, находящихся в зонах покрытия их ЛР. В системе реализуется связь с использованием до восьми ретрансляций. В системе также обеспечивается возможность использования дополнительных ретрансляционных пунктов (подвижных ретрансляторов) для расширения зоны радиопокрытия ЦС объекта за пределами ее участка.

Линейные ретрансляторы содержат списки номеров соседних объектов с указанием частот каналов ретрансляторов. Ретранслятор (1-й в организуемой цепочке), получивший вызов с информацией о соединении дает вызываемому абоненту подтверждение о принятии вызова и переводит радиостанцию абонента на свой линейный цифровой канал, после чего передает информацию о вызове 2-му на маршруте ретранслятору на его частоте согласно таблице маршрутов. Второй ретранслятор дает первому подтверждение приема вызова, переводит первый ретранслятор на свой линейный цифровой канал и передает информацию о вызове третьему ретранслятору на его частоте согласно таблице маршрутов и так далее. Последний в маршруте ретранслятор возвращает по линии ретрансляторов подтверждение о приеме вызова и информацию о вызове абонента. Радиостанция вызываемого абонента переходит на цифровой канал линейной радиосвязи и дает подтверждение приема вызова, которое ретранслируется вызываемому абоненту и идентифицируется всеми радиостанциями, участвующими в соединении как завершение вызова, и переводит радиостанцию в разговорный режим.

Радиосистема прошла испытания на одной из пограничных застав республики.