

СОВМЕСТНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

А.А.Цветков, Г.Ф. Астапенко
Беларусь, г. Минск

В докладе рассматриваются пути решения одной из проблем в области применения сенсорных сетей – разработке алгоритмов эффективной совместной обработки сигналов сенсорными узлами при реализации задач слежения за объектами, пересекающими охватываемую сетью область. Применяются методы комплексного системного анализа для построения модели сенсорной сети, реализующей предлагаемый способ совместной обработки информации. Рассматривается проблема выбора частоты взятия выборок информации при оптимизации по критерию энергозатраты – качество слежения.

Введение

Сенсорные сети могут легко быть развернутыми практически на любой местности, включая удаленные и загрязненные территории, присутствие человека в которых является невозможным или весьма ограниченным. Покрывание большой площади множеством дешевых сенсоров позволяет решать многие интересные и важные в настоящий момент задачи. Одной из таких задач является слежение за объектами и целями. Возможность выявлять присутствие одной или нескольких целей, предсказывать положения объекта, точное определение местонахождения цели при ограниченных ресурсах памяти, вычисления и энергии – основные задачи, которые стоят перед исследователями сенсорных сетей.

При реализации концепции сенсорной сети можно выделить две основные проблемы, лежащие в основе функционирования сети:

- разработка эффективных методов для обмена информацией между узлами;
- реализации принципа совместной обработки сигналов между узлами.

Первый принцип становится более понятным, если учесть, что основные энергетические затраты приходится именно на связь между узлами сети, в отличие от затрат на получение информации узлом и ее первичную обработку, а в некоторых случаях, и на временное хранение данных в самом датчике-узле. Сенсор не должен потреблять много энергии, в противном случае ему требуется мощный сторонний источник энергии, что не допустимо в условиях стремления минимизации датчиков (реализация сетей из датчиков-пылинок).

Второй принцип является не менее важным: совместная обработка необходима для сбора действительно существенной информации, которая будет использована для вычисления, например, месторасположения объекта.

1 Совместная обработка сигналов при слежении

Для организации задачи слежения за объектами, находящимися в поле действия сенсорной сети, узлы последней должны эффективно «сотрудничать». При этом слежение подразумевает вычисление месторасположения объекта, оценку его скорости, направления, характера движения.

1.1 Методы организации совместной обработки сигналов

Существует множество способов организации совместной обработки [1], [3]-[4]. Например, на основе оценки скорости и направления движения объекта с активацией сенсоров, лежащих на пути оцененной траектории [3]. Интересной является идея организации слежения при привязке к информации, которую может дать узел при его включении для обработки событий от конкретного объекта, учитывая динамику его движения [4]. Третий способ состоит в минимизации потребления энергии при передаче между узлами, собирающими информацию, и узлами-обработчиками, используя метод направленной диффузии [5].

1.2 Модель внутрисетевой обработки информации

Для организации эффективной совместной обработки сигналов и информации предлагается следующая модель (реализация модели описана в разделе 2).

Будем исследовать сеть из акустических датчиков (можно рассмотреть также датчики, определяющие иные физические параметры), измеряющих интенсивность поступающего из окружающего пространства сигнала. Модель включает следующие базовые положения:

- В каждом узле должен быть установлен нижний порог величины интенсивности поступающего сигнала. Только при превышении этого порога сенсор однозначно определяет событие – присутствие объекта обнаружения. Установка данного порога нужна прежде всего для утверждения о присутствии сигнала на фоне шума.
- На этапе инициализации сети происходит самолокация узлов в пространстве и настройка мощности передатчика сенсорных узлов для обеспечения надежной связи с ближайшими узлами-соседями.
- Каждый узел, обнаруживший объект, посылает сообщение своим соседям о параметрах принятого сигнала и своем идентификационном номере (или координатах).
- Для определения положения объекта с неизвестными координатами (x, y) и исходной мощностью излучения (P) необходимы сведения как минимум от трех узлов.
- Для исключения множественных подсчетов положения одного и того же объекта в конкретный момент времени алгоритм триангуляции реализует узел, собственное измерение сигнала которого будет больше измерений, пришедших в виде сообщений от других узлов сети.
- После вычисления положения объекта происходит передача через сеть сообщения для главного узла, который обладает более мощным передатчиком и вычислительными возможностями. В частности, главный узел способен производить первоначальный анализ поступающих данных и сообщать пользователю, например, вычисленную траекторию движения объекта (производится аппроксимация данных).

тер-узла). Узлы в данной модели работают в условиях 5% шума. Мастер-узел реализует аппроксимацию экспериментальных данных при помощи полиномов третьей степени.

Результаты моделирования

Приведем результаты, полученные при помощи созданного модуля сенсорной сети для OMNeT++. В работе моделировалась сеть, состоящую из 20 узлов, построенная в виде матрицы. Мощность передатчика выбиралась таким образом, чтобы была возможность соединять узлы, являющиеся ближайшими соседями по строкам и по столбцам.

Начальные условия движения объекта слежения задаются следующим образом: начальная скорость движения составляет 25 м/с, ускорение 10 м/с². Рассмотрим две различные модели движения – круговое (рис. 2) и движение по закону синуса (рис. 3).

В рамках модели сенсорная сеть работает в условия 5% шума по интенсивности. В случае кругового движения максимальная погрешность в определении координат цели составила 11,4%. Максимальная ошибка аппроксимации - 8,5%, а средняя ошибка – 2,2%.

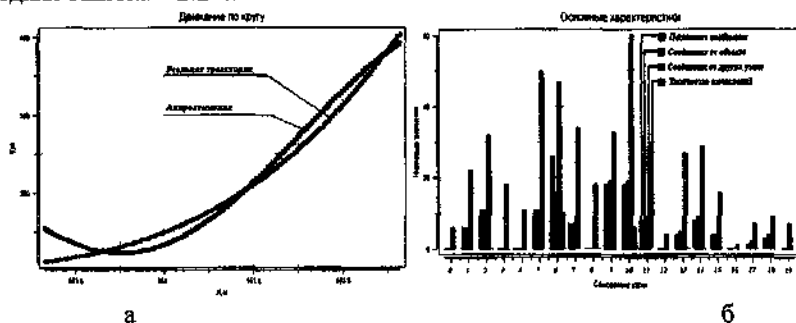


Рис. 2. Данные, полученные при изучении круговой модели движения объекта интереса: а – часть реальной траектории, б - использование ресурсов сети

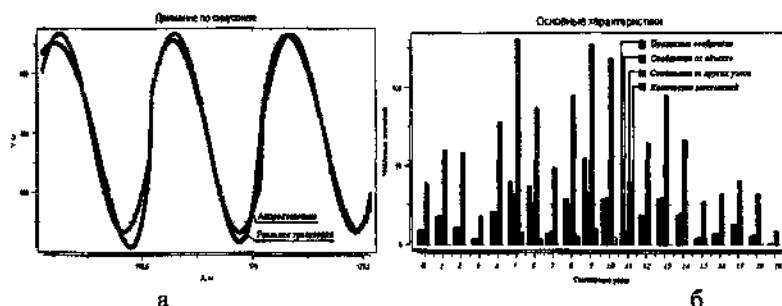


Рис. 3. Данные, полученные при изучении движения объекта интереса по закону синуса: а – реальная траектория, б - использование ресурсов сети

В случае движения по синусоиде максимальная погрешность в определении координат цели составила 4,8%. Максимальная ошибка аппроксимации - 17,5%, а средняя ошибка - 2,9%.

В работе также были получены численные результаты исследования работы сенсорной сети из 20 узлов при движении объекта по кругу и по закону синуса. Данные модели были исследованы при различной частоте выборки информации сенсорной сетью по времени. В таблице приводятся максимальные и средние относительные значения погрешности аппроксимации при различной частоте выборки. Начальные условия движения объекта слежения: скорость движения составляет 25 м/с, ускорение 10 м/с². Показания снимались сенсорной сетью в течение 20 секунд.

Как видно из таблицы, интервал между выборками 0.5 с. для случая кругового движения и 0.3 с. для синусоидального движения вполне достаточен для получения траектории высокой точности. Следует отметить, что в процессе моделирования данные об интенсивности, в которую вносится 5% шум, являются базовыми в методе триангуляции объекта.

Таблица. Ошибки аппроксимации при различной частоте выборки

Частота выборки по времени	Движение по кругу		Движение по синусоиде	
	Макс. ошибка	Средн. ошибка	Макс. ошибка	Средн. ошибка
0.1 с	6.9%	1.3%	19.3%	2.9%
0.3 с	9.9%	1.8%	25.2%	4.9%
0.5 с	23.7%	4.4%	36.6%	12.0%
0.9 с	35.9%	5.2%	59.2%	21.2%
1 с	31.3%	7.1%	57.9%	22.9%

Заключение

В данной работе был предложен и разработан специальный алгоритм совместной обработки сигналов, который встраивается в каждый узел создаваемой сенсорной сети. Дополнительно внедряется мастер-узел, который способен производить аппроксимацию полиномами третьей степени данных о положении цели, получаемых от всех остальных узлов сети. Созданная программная реализация сенсорной сети является эффективным средством анализа процессов, происходящих в сенсорной сети. Можно задавать количество используемых сенсоров, геометрические размеры сети, мощность передатчика сенсорного узла, пороги по интенсивности, начальные условия движения цели и многое другое.

В работе приведены результаты использования созданной программы для случаев кругового движения цели и движения по закону синуса, а также приведены ошибки аппроксимации данных при различной частоте выборки информации об интенсивности сигнала, излучаемого движущимся в зоне действия сети объектом. Дальнейшее расширение функций алгоритма позволит динамиче-

ски подстраивать частоту выборки для удовлетворения требованиям качества слежения.

Литература

1. J. Liu, J. Reich, F. Zhao. Collaborative In-Network Processing for Target Tracking, EURASIP, 2003.
2. Документация и программное обеспечение OMNeT. <http://omnetpp.org>
3. R. Brooks, P. Ramanathan, A. Sayeed. Distributed Target Classification and Tracking in Sensor Networks. IEEE, 2003.
4. F. Zhao, Jie Liu, Juan Liu, L. Guibas, J. Reich. Collaborative Signal and Information Processing: An Information-Directed Approach. IEEE, 2003.
5. D.Estrin, R.Govindan, J.Heidemann, S.Kumar. Next Century Challenges: Scalable Coordination in Sensor Networks. USC/Information Sciences Institute, 1999.

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ЭТАЛОНОВ СОСТОЯНИЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

А.И. Жукевич, Е.В.Олизарович, В.Г. Родченко
Беларусь, г. Гродно

Введение

При работе компьютерной сети (КС) возникает целый ряд диагностических задач, связанных с необходимостью определения в реальном режиме времени характеристик ее технического состояния и оперативного отклика на различные возникающие штатные и нештатные ситуации. [1] В реальных сетях эти задачи не могут быть выполнены путем непосредственного визуального контроля всей системы или ее отдельных узлов. В данном случае возникает необходимость в наличии специализированной подсистемы контроля, которая базировалась бы на применении средств удаленного контроля и автоматизированной обработки объемных массивов данных, получаемых в результате наблюдений за состоянием различных узлов КС. [2]

Отличительной чертой практически любой компьютерной сети является ее уникальность с точки зрения, как ее компонентного состава, так и топологической структуры, перечня решаемых задач. Вследствие этого серийно производимые программно-технические средства, ориентированные на реализацию универсальных процедур диагностики и контроля только отдельных стандартных технических элементов и типовых технологических процессов, не позволяют учитывать важные специфические моменты, характерные для конкретной сети. [3]

Рассматриваемый в настоящей работе метод ориентирован на решение актуальной проблемы, связанной с построением эталонов состояния для диагностики компьютерной сети на основе использования алгоритмов математической теории распознавания образов. К особенностям предложенного метода следует отнести следующее: