

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАССЕЯНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Дроздова В.И., Шагрова Г.В., Приходкин А.В.

Северо-Кавказский государственный технический университет

Ставрополь, Россия

Магнитные жидкости (МЖ) как новые искусственные перспективные материалы для приборостроения, медицины и сепарации полезных ископаемых появились раньше, чем термин «нанотехнологии». МЖ представляют собой стабилизированные коллоидные растворы ферро- или ферримагнитных частиц в немагнитных носителях. Размер магнитных частиц составляет порядка 10 нм, поэтому МЖ иногда рассматривают как нанодисперсные материалы. За почти 50 лет исследования и применения МЖ были разработаны электромеханические преобразователи, герметизаторы, датчики физических величин, сепараторы и рентген-контрастные вещества для медицинских исследований.

На основе магнитных жидкостей получены индикаторные среды, используемые для визуализации дефектов на поверхности изделий, способных намагничиваться в слабых магнитных полях. Разработка таких индикаторных сред позволила предложить новые способы и устройства для контроля магнитных полей рассеяния магнитных головок (МГ) и сигналограмм [1,2,3,4], устройство для визуализации магнитного поля, способы определения полей рассеяния МГ и коэрцитивной силы магнитного носителя, метод моделирования критических зон записи. Индикаторными средами, способными визуализировать поля рассеяния микроскопических намагниченных объектов или дефекты на поверхностях изделий, способных намагничиваться в слабых магнитных полях являются: магнитные жидкости, мелкодисперсные эмульсии магнитных жидкостей [5-8], магнитные жидкости с микрокапельными агрегатами [9].

В настоящее время развитие технологии производства и применение вычислительной техники позволяет не только проводить многосторонние исследования характеристик разнообразных технических устройств, но и ставит задачу по автоматизации процесса измерений, повышению точности получаемых результатов, что позволит значительно сократить время исследования и число занятых в исследовательском процессе людей.

При использовании магниточувствительных жидкостей необходимо контролировать такие их параметры как количество и размеры дисперсной фазы, распределение по размерам, поли- или монодисперсность их состава. Использование в качестве датчиков магнитных полей рассеяния микрокапельных агрегатов размером порядка 1 мкм ставит задачу контроля их пространственного расположения, размеров и формы. Для автоматизации способов контроля магнитных полей рассеяния микроскопических объектов, описанных в работах [1-13], необходимо реализовать получение, оцифровку и распознавание изображений, полученных с помощью магнитооптических датчиков.

Распознавание видеоизображений является отраслью, использующей возможности самых разных областей математики, средств вычислительной техники и методов программирования. Наиболее распространенными методами распознавания изображений являются экстремально-корреляционные, статистические, структурно-лингвистические, геометрических инвариантов. Эти методы основаны на сравнении эталонного и анализируемого изображений непосредственно или через вторичные признаки. Вне зависимости от метода качество сравнения в сильной степени зависит от идентичности условий освещения и наблюдения анализируемого и эталонного изображений.

Целью данной работы является автоматизация анализа видео и фотоизображений микроскопических датчиков, полученных разными методами для контроля полей рассеяния магнитных головок и сигналограмм.

Контролируемыми параметрами могут быть размеры, форма, расположение и перемещение микроскопических объектов внутри датчика.

Разработаны алгоритмы для выделения цельных непрерывных объектов, основанные на теории графов, а именно, на волновом принципе нахождения пути с минимальным количеством вершин.

Для дисперсионного анализа микрофотографий разработано программное средство MJ_FOTOSCAN [14]. Работа программы состоит из 2-х основных этапов: оцифровки и анализа. После оцифровки микрофотографий следует этап их распознавания и анализа количества и размера агрегатов МЖ. Разработанная программа производит следующие операции: преобразует фотографию в серой цветовой гамме (градация серого цвета) в монохромное изображение; полученное монохромное изображение подвергается последующему распознаванию и анализу. Методика анализа дискретизированного черно-белого изображения основана на выделении отдельных групп черных точек, которые непосредственно соединены друг с другом, то есть являются соседними по горизонтали и вертикали. После этого программа строит диаграмму распределения агрегатов по размерам. На основании полученной диаграммы можно сделать вывод о возможности применения данной МЖ для получения датчиков магнитного поля и оценить их чувствительность.

Алгоритм процесса распознавания, анализа и моделирования динамики движения объектов на изображениях состоит из основных шагов:

1) получение исходного изображения (путем сканирования, видеокамера, Web-камера, фотографирования, снятия информации с сенсорных датчиков и т.п.);

2) предобработка изображения, которая включает этапы нормализации и сегментации:

2.1) нормализация изображения (в том числе регистрация изображений, нормализация яркости, фильтрация изображения, бинаризация изображения, преобразование цветного изображения в тоновое, устранение шумов, выравнивание гистограммы яркости и т.п.);

2.2) сегментация изображения для выделения объектов и областей, представляющих интерес для решения поставленной задачи;

2.2.1) обработанное изображение состоит из двух цветов (черного и белого). Выполняется поиск ограниченных областей черного цвета, и при нахождении выполняется заливка объекта в уникальный цвет палитры RGB;

2.2.2) после заливки объекта на изображении информация о его месте нахождения и цвете выбранной заливки записывается в базу данных;

2.2.3) генерация нового, уникального цвета, повтор выполнения первой операции. Так как залитые области на изображении имеют уже не черный цвет, вследствие чего продолжаемая обработка изображения игнорирует найденные объекты и продолжает поиск новых, покрашенных в черный цвет;

2.2.4) на данном этапе мы имеем изображение, на котором объекты покрашены в разные цвета и информация о «точке столкновения» с объектом и цвете заливки записана в базу данных. Далее выполняется последовательное чтение записей и производится анализ каждой покрашенной области на изображении, при котором вычисляются точные координаты границ (вертикальных и горизонтальных), производится точный подсчет количества пикселей объекта и образ, преобразованный в массив, состоящий из координат каждой точки покрашенной области, записываются в базу данных. Данный набор операций применяется к каждому объекту, в результате образы каждой области изображения хранятся в базе данных;

2.2.5) применение алгоритмов предобработки изображений к выделенным областям (выделение остова, выделение контура и т.п.).

3) повторение выполнения первых двух шагов с интервалом времени, необходимым для выполнения операций получения и обработки изображения. По достижению нужного количества обработанных изображений переходим к следующему шагу распознавания образов;

4) применение одного или нескольких алгоритмов распознавания к полученным моделям объектов изображений, хранящихся в базе данных, по которым со 100% точностью можно восстановить каждое исходное черно-белое изображение. К объектам, хранящимся в таком виде можно применить любой способ описания, сравнения и сопоставления друг с другом;

5) поиск подобных объектов, находящихся на разных изображениях по выбранному методу сравнения и условий подбора. Построение геометрической модели движения с учетом времени и свойств объекта. Построение визуальной модели движения объектов на основе геометрической модели и образа объекта, хранящегося в базе данных. Данный этап можно производить параллельно с остальными этапами моделирования и динамически, с небольшим отставанием во времени следить за движением изучаемого объекта и отображать результаты в режиме реального времени.

Программная реализация описанного алгоритма основана на использовании сервера баз данных с реляционной архитектурой на основе MS SQL Server 2000.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. А.с. 943618 (СССР), Оpubл. в Б.И.,1982, N 28.
2. А.с. 949558 (СССР), Оpubл. в Б.И.,1982, N 29
3. А.с. 1483485 (СССР), Оpubл. в Б.И.,1989, N 20
4. А.с. 1465843 (СССР), Оpubл. в Б.И.,1989, N 10
5. А.с. 940049 (СССР), Оpubл. в Б.И.,1982, N 24
6. А.с. 966735 (СССР), Оpubл. в Б.И.,1982, N 38
7. А.с. 1132213 (СССР), Оpubл. в Б.И.,1984, N 48
8. Шагрова Г.В. Магниточувствительные жидкости для визуализации дефектов //Сборник научных трудов «10-я юбилейная международная Плесская конференция по магнитным жидкостям», Плес, Россия, сентябрь 2002. с. 172-177
9. Шагрова, Г. В. Визуализация и определение полей рассеяния магнитных сигналограмм //11- международная Плесская конференция по магнитным жидкостям: сб. науч. тр./ Плес, сентябрь, 2004. – с.345 –350.
10. А. с. 741137 (СССР) Оpubл. Б.И.,1980, N 22
11. Скибин, Ю. Н., Чеканов В. В. Использование двойного лучепреломления в феррожидкости для построения спектра магнитных полей Магнитная гидродинамика, 1977 –. № 2, с. 137 – 138.
12. Патент РФ 2005310 Оpubл. в Б.И., 1993, N 47-48.
13. Патент РФ 2019853 Оpubл. в Б.И., 1994, N 17.
14. Дроздова В.И., Федоров С.О. Программный комплекс для анализа дисперсного состава многокомпонентных систем// Компьютерное моделирование 2005 /Материалы VI международной конференции, Санкт-Петербург, 2005г. С. 361 – 363.