

УДК 004.021

Д.Н.Степанов (асп., каф. РТК), С.А.Половко, к.т.н., зам. ген. констр. ЦНИИ РТК

АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ МАГНИТНЫХ ОБРАЗОВ

Магниторезистивные датчики являются хорошим детектором магнитных полей и позволяют проводить измерения их характеристик. В Зеленоградском институте микроэлектроники разработан прибор, основу которого составляет массив магниторезистивных «трехмерных» сенсоров, расположенных в одной плоскости. Такая геометрия позволяет проводить измерения вектора напряженности магнитного поля одновременно по всему массиву и, таким образом, анализировать поле в этой плоскости.

Нашей задачей было создание алгоритмов анализа получаемой сенсорной информации. После серии проведенных измерений было получено подтверждение того, что объекты обладают устойчивой картиной поля остаточной намагниченности (рис. 1). Это поле обуславливается технологическим процессом создания изделия и напряжениями, возникающими при его использовании.

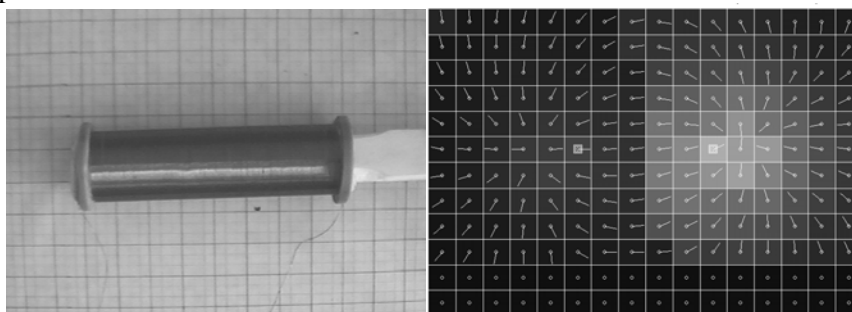


Рис. 1. Объект и его магнитный образ.

Помимо основной задачи распознавания была сформулирована задача обеспечения устойчивости работы алгоритмов в случаях неисправности датчиков или при наличии «вылетов» – случайных по величине и направлению значений. Робастность комплекса обеспечивается на нескольких уровнях. Во-первых, в приборе заложена диагностика, позволяющая определять состояние датчика и сигнализировать об отсутствии сигнала от него. Второй уровень обеспечивается протоколом обмена, содержащим пакеты определенной длины, структуры и дополняемые контрольной суммой. Наконец, третий уровень обеспечивается фильтрацией, применяемой к получаемым данным на различных уровнях комплексной обработки.

Если предположить, что объект распознавания будет перемещаться только в плоскости, параллельной плоскости расположения датчиков, то поле, измеряемое прибором, также будет совершать только плоские перемещения как единое целое. Таким образом, к нему применим подход анализа перемещений твердого тела, который мы и взяли за основу первого метода распознавания.

Магнитные поля предметов имеют особые точки – точки сгущения линий магнитного поля, которые мы условно будем именовать полюсами. Условность связана с тем, что мы имеем дело не с трехмерным распределением поля, в котором действительно могут быть выделены полюса, но с его «срезом» на некотором расстоянии от реальных полюсов.

Определив расположение полюсов на получаемой картине, можно попытаться сравнить его с имеющимися в базе данных образцами, также содержащими расположение полюсов («эталонное», условно с нулевым преобразованием) и привязанное к ним изображение

объекта распознавания.

Нами разработаны несколько алгоритмов поиска полюсов на основе получаемой информации. Часть из них основывается на анализе дискретной картины, а часть – на построении интерполяционной функции на основе имеющихся измерений.

Первый алгоритм основывается на поиске максимумов модуля вектора напряженности магнитного поля. В его основе лежит наблюдение о том, что в районе полюсов наблюдается ярко выраженный максимум модуля вектора напряженности магнитного поля.

Второй подход нам представляется более перспективным. Он основывается на непосредственном анализе двумерной векторной картины. В дискретном случае решение находится в анализе для каждого датчика величины

$$S_i = \left\| \sum_{(j) \in \Omega_i} \frac{\vec{B}_j}{\|\vec{B}_j\|} \right\|, \quad (1)$$

характеризующей поток вектора напряженности магнитного поля через контур интегрирования. Здесь Ω – окно 3×3 с центром в точке расположения текущего датчика. В случае, если полюс находится внутри контура суммирования, эта величина будет иметь максимальное значение. В непрерывном варианте предварительно должна быть построена интерполяционная функция, после чего производится поиск экстремума функции дивергенции. В качестве начального приближения берутся точки, определенные каким-либо дискретным методом.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что наибольшей устойчивостью отличается дискретный метод с оценкой потока вектора напряженности магнитного поля. В конечном варианте будет использован комплексный подход, основанный на взаимном дополнении двух описанных методов.

Алгоритмы оптимального совмещения наборов точек описаны в [1-3]. Мы предложили свой метод для образования пар полюсов на основе информации о значении модуля вектора напряженности магнитного поля в полюсе.

В настоящее время ведутся проверки границ применимости описанного подхода к решению задачи распознавания объектов при наличии небольшого угла поворота и смещения из эталонной плоскости. Предварительные заключения говорят о применимости алгоритмов при увеличении угла до 15 градусов.

Принципиально новый алгоритм распознавания связан с попыткой восстановить по имеющемуся у нас срезу функцию источника магнитного поля, что позволило бы иметь представление о магнитном поле объекта в целом.

При решении данной задачи могут использоваться как параметрические, так и непараметрические модели. В параметрических моделях поле моделируется неким набором магнитных диполей. При непараметрическом подходе решается обратная задача магнитостатики – определяется распределение токов-источников по наблюдаемому магнитному полю.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Berthold K. P. Horn. Closed-form solution of absolute orientation using unit quaternions. Journal of the Optical Society of America A, Vol, 4, page 629, April 1987
2. P.J. Besl and N.D. McKay. A Method for Registration of 3-D Shapes. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 14:239–256, 1992.
3. D. Stepanov. Three-dimensional Point Sets Registration and Laser Scanning. M.Sc. Degree Thesis, Budapest University of Technology and Economics, 2002.