

РАСПОЗНАВАНИЕ ДЕФЕКТОВ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА ПО РЕАКЦИИ КЛЕТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

И.А. ГОРОДНОВ, М.Е. БЕСПАЛОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

При создании автоматизированных систем контроля качества нетканых материалов требуется использовать методы и средства обработки изображений поверхности образцов в реальном масштабе времени. Для повышения вычислительной производительности такой обработки целесообразно использовать технологии распределенных вычислений, в частности, клеточные нейронные сети (КНС) [1]. Доказана [2] возможность использования КНС для обнаружения инородных частиц в потоке вещества. Такие сети используются также для моделирования автоволновых процессов в двумерных активных распределенных средах [3].

В настоящей работе исследовались реакции рецепторного поля КНС на присутствие структурных дефектов в полутоновом изображении поверхности нетканого материала. Вычислительный эксперимент проводился с помощью специально разработанной на языке C# компьютерной модели автоволновой КНС. Структура КНС моделировалась на основе подхода, предложенного в [4]. На вход модели подавалось фотоизображение образца нетканого

материала, а на выходе фиксировались признаки наличия примеси.

В нетканых материалах наиболее часто встречаются дефекты в виде задувов (blowout), подтеков полимера (polymer drips), комков волокон (fiber clump), разрывов (hole) [5].

Для исследования способности КНС к распознаванию дефектов в материале рассматривались два типа модельного воздействия на рецепторное поле сети в виде нарушений однородности полутонового изображения: 1) прямоугольное возмущение, имитирующее локальный структурный дефект; 2) диагональные полосы, расположенные в локальных областях поверхности образца. Положения этих воздействий на образцах задавались случайным образом. Выбор тестовых воздействий указанной формы позволил установить степень эффективности распознавания дефектов.

Анализ автоволновой активности КНС при первом типе внешнего воздействия показывает, что клеточная сеть, реагируя на заданное внешнее раздражение, повторяет его внешние контуры. Результаты моделирования случайного воздействия на

КНС внешнего возмущения квадратной формы представлено на рис.1. На нем изображен динамический отклик КНС на подобное воздействие. Существует возможность оценки относительной площади дефекта, обнаруженного КНС. Результаты тестирования модели показали, что с течением времени информация о произошедшем воздействии теряется сетью, благодаря чему сеть может переобучиться.

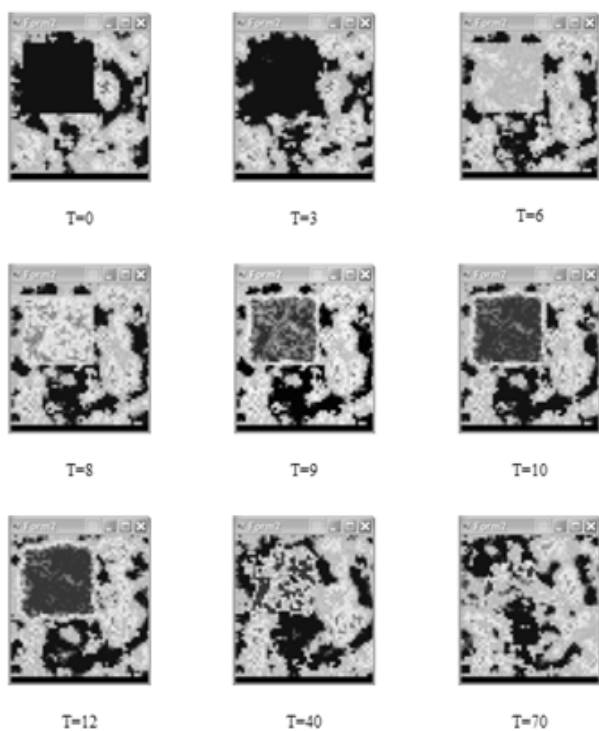


Рис. 1

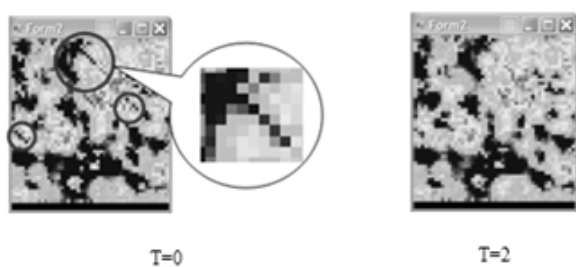


Рис. 2

Автоволновая картина КНС при внешнем воздействии в виде диагональных полос случайной длины представлена на рис.2. Из результатов моделирования следует, что интенсивность реакции сети на такое воздействие зависит от площади, занимаемой полосами на поверхности образца.

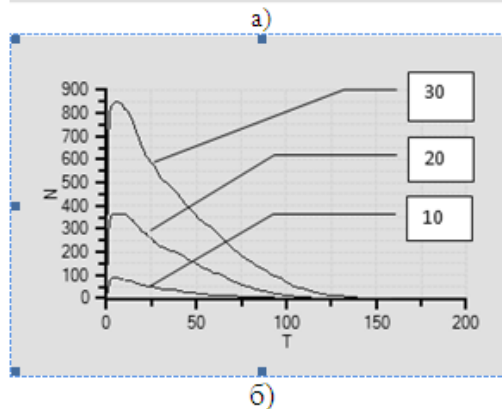
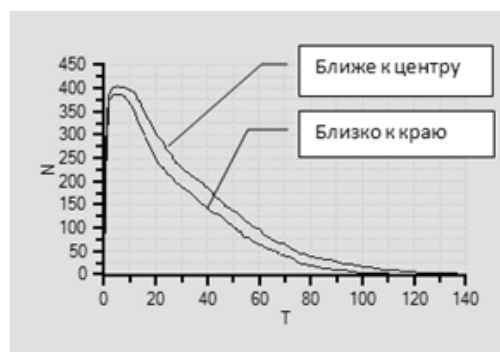


Рис. 3

Реакция КНС на тестовое воздействие оценивалась по временным зависимостям количества "разбуженных" нейронов (рис. 3-а). Два графика на этом рисунке иллюстрируют изменение количества таких нейронов при различном положении дефекта на поверхности образца. В ходе вычислительного эксперимента установлено, что нейросетевая активность рецепторного поля КНС возрастает при смещении положения дефекта в сторону центра площади образца при фиксированных: уровне внешнего воздействия F , силе связи нейронов ξ , уровне измеряемой яркости R , размерах дефекта. Это обусловлено влиянием краевых эффектов на границах КНС. В частности, мы можем определить, что дефект находится ближе к центру, исходя из уровня возмущения для текущего размера дефекта (таблица уровней возмущения может быть получена с помощью статистических экспериментов).

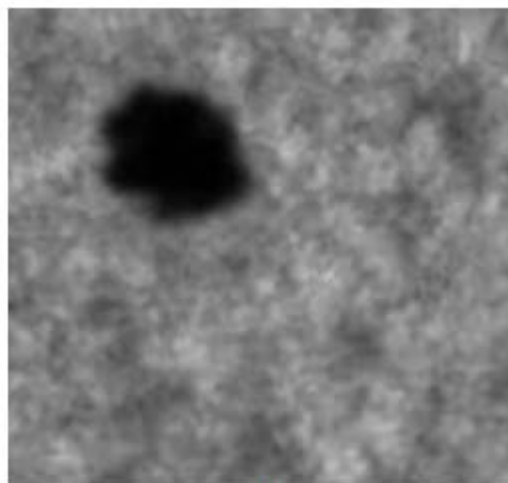
На рис. 3-б представлены графики временных зависимостей числа разбуженных нейронов КНС для трех значений размера дефекта модельного образца. При этом активность сети повышается пропорцио-

нально увеличению площади внешнего воздействия F (рис. 3-б).

Также было установлено, что понижение уровня F возмущения увеличивает разброс значений N .

Полученные результаты доказывают возможность использования КНС в виде датчика двумерного распределения физической величины, в частности, перепадов

градиций яркости полутоновых изображений для обнаружения и идентификации нарушений однородности нетканых полотен. Основным достоинством использования автоволновых режимов КНС по сравнению с другими методами и средствами анализа является высокое быстродействие врожденной способности к параллельной обработке сенсорной информации.



а)



б)

Рис. 4

Эффективность распознавания дефектов клеточной нейронной сетью оценивалась также по изображениям образцов реальных нетканых материалов. На рис. 4-б представлен пример распознавания сетью локального разрыва нетканого материала, представленного на рис. 4-а. Полученный результат свидетельствует о возможности адекватного реагирования КНС на дефект реальной конфигурации. При этом для оценки размера дефекта приходится принимать во внимание изменение масштаба исходного изображения, выполненное с целью эффективного использования всей площади рецепторного поля КНС.

ВЫВОДЫ

1. В ходе вычислительного эксперимента доказана способность клеточной нейронной сети запоминать форму модельного воздействия.

2. Установлена способность клеточной нейронной сети к переобучению ("забыва-

ние" информации об испытанном воздействии спустя определенный промежуток времени).

3. Осуществлен анализ чувствительности КНС к площади и положению области воздействия с целью оценки размеров дефекта и его относительного положения.

4. Разработанная компьютерная модель КНС может использоваться в экспериментальном стенде по изучению входных изображений нетканого материала со структурными дефектами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Chua L.O., Yang L.* // Cellular neural networks: Theory and Applications, IEEE Transactions on Circuits and Systems. – V. 35, 1988. PP. 1257...1290.

2. *Szatmári I., Schultz A., Rekeczky C., Kozek T., Roska T. and Chua L. O.* // Morphology and Autowave Metric on CNN Applied to Bubble-Debris Classification, IEEE Transactions on Neural Networks. – V.11, №6, 2000. PP. 1385...1393, 2000.

3. *Бандман О.Л.* Клеточно-нейронные модели динамики физических сред и их параллельные реализации // Программирование. – 2000, №1. С.1...18

4. Морозов А.Д., Драгунов Т.Н. Визуализация и анализ инвариантных множеств динамических систем. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.

5. SmartView Nonwovens Web Inspection Systems On-Line Detection, Identification and Visualization of Nonwoven Defects [Электронный ресурс] // Cognex Corporation: [web-сайт]. <<http://www.cognex.com/ProductsServices/urfaceInspection/SmartViewNonwovens.aspx?id=196>> (27.11.2007).

com/ProductsServices/urfaceInspection/SmartViewNonwovens.aspx?id=196> (27.11.2007).

Рекомендована кафедрой информационных технологий и систем автоматизированного проектирования. Поступила 01.02.08.