ОБРОБЛЕННЯ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ СИГНАЛІВ СКАНУВАННЯ ПОВЕРХНІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ

Тернова Т.І.

Херсонський національний технічний університет, Україна
tti_kherson@rambler.ru

Анотація

У статті розглянуті особливості контролю якісного стану об'єктів за допомогою автоматичних систем сканування і контролю. Наведено результати теоретичного аналізу можливості використання поступового накопичування інформації про текстуру поверхні і результати імітаційного моделювання виявлення і аналізу нерівноти щільності тканевих фільтрів. Обговорюється можливість і переваги використання запропонованого методу розпізнавання якісного стану об'єктів, що базується на сучасних методиках та апаратурних засобах.

Вступ

Сучасне виробництво широко використовує фільтри з тканини на багатьох технологічних операціях. Контроль якості тканої сітки, є актуальним питанням як на стадії виготовлення, так і на стадії експлуатації. Досягнення оптимального поєднання високої якості продукції, що виготовлюється і прийнятної ціни на неї в значній мірі визначається розробкою і впровадженням нових методів автоматичного контролю стану обладнання і готової продукції.

Постановка проблеми.

Контроль якості продукції, що випускається – це вкрай необхідна операція. На жаль, фактично вона не далеко не завжди здійснюється на машинному рівні. В текстильній індустрії, гарантії якості і контроль мають суттєве значення. Проте поточний контроль ще залежить переважно від людського зору. Звичайно, необхідно контролювати всі вироби, що виготовлюються для того, щоб знайти неполадки, які є причинами появи дефектів. Згідно деяким дослідам, людина візуально може побачити тільки близько 60-75 відсотків дефектів. Таким чином, для того, щоб понизити вартість продукції і повисіти її конкурентно здатність, необхідно автоматизувати цей процес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Розробка структури на тканих виробництвах - це дуже важливий аспект. Ці розробки дають можливість робити нову більш якісну продукцію кожного сезону. В цих розробках, в загалом, прийнята практика використання підходу, який базується на поправках вже існуючих проектів. Вони зберігаються як зразки на виробництві, і складають важливий спадок цих компаній. Деякі компанії мають тисячі таких зразків [1], що знаходяться в архівах.

Щоб завжди використовувати ці ресурси, необхідно, перетворити в цифрову форму всю інформацію і робити цю інформацію доступною за допомогою обчислювальної системи.

Багато досліджень проведено, щоб знайти якісні і швидкі алгоритми виявлення якісного стану, які ґрунтуються, на автоматизованому контролю. Одним із важливих параметрів якості, що доводиться контролювати на виробництві є щільність. Для плоского об'єкту, такого як тканина, це властивість, що обумовлює її міцність, зовнішній вигляд та інші якості, які характеризуються вмістом волокнистого матеріалу в одиниця об'єму. Щільність тканини виражається звичайно числом ниток основи на одиницю ширини і числом ниток утоку на одиницю довжини — т.зв. абсолютна щільність тканини по основі та утоку. При різній лінійній щільності ниток користуються відносною щільністю тканини, що виражається т.зв. коефіцієнтом заповнення — лінійним, поверхневим або об'ємним, що представляють собою відношення лінійних розмірів, поверхні або об'єму, зайнятих нитками, до загальної ширини, довжині, поверхні або обсягові тканини. Відносна щільність тканини визначається в основному видом переплетення ниток у тканині. При нормальній щільності тканини близько 40—50% її об'єму зайнято нитками.

Контроль і дослідження нерівноти тканини мають велике значення, тому що не тільки обумовлюють якісні параметри тканини, але і дозволяють установити час, місце і причини виникнення нерівноти. Нерівнота спричиняється нестаціонарністю технологічних процесів.

Очевидно, що для контролю нерівноти щільності, необхідно використовувати методи виявлення, які будуть чутливі до змін властивостей не тільки по ширині, але і по довжині рулону тканини.

Про нерівномірність продукту по якому-небудь з його властивостей судять по величині середньоквадратичного відхилення цієї властивості по обраному напрямку, що виражається у відсотках відносно середньоквадратичного з усіх значень, і обраховується по формулі [2]:

$$C\{Y\} = \frac{S\{Y\}}{\overline{Y}} 100 \qquad (1)$$

де $C\{Y\}$ – квадратична нерівнота, %;

S{Y} – середньоквадратичне відхилення значень по обраному напрямку, що визначається по формулі:

$$S\{Y\} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} m_i \left(Y_i - \overline{Y}\right)^2}{m-1}} \qquad (2)$$

де Y_i – значення, що визначають властивості продукту при одиночному іспиті;

m_i – частота класів, або число повторень однакових значень.

По величині відхилень характеристик реального продукту від характеристик ідеального, або гіпотетичного, продукту можна судити про ефективність і досконалість даного процесу і машин, а також про ступінь рівномірності продукту, утвореного в цьому процесі.

Для автоматичного контролю якісних показників можна використовувати декілька методів. Одним із них є автокореляція - техніка обробки зображень, яка об'єднує все проаналізоване зображення фрагмента і часто використовується, щоб відрізняти повторні структури проаналізованого зображення. Застосування автокореляції дає можливість, визначити середні вимірювання повторних одиниць проаналізованого об'єкту. Ця техніка робить це легенею, щоб відтворити повторні одиниці пікселя у відношення до цілого проаналізованого зображення.

Поліпшення проаналізованого зображення за допомогою частотних методів виходить за допомогою визначення зміни перетворення. Частотні методи вимагають великої точності обчислення, оскільки фільтрування включає всі точки зображення в частотний простір, а не тільки деяке обмежене оточення даного пікселя [3].

Функція автокореляції може бути використана, щоб визначити періодичність текстури [4].

Метою статті є розробка методів аналізу і контролю стану об'єктів за допомогою автоматичних систем сканування і контролеві.

Проаналізуємо можливість використання гармонійних моделей у кореляційному, спектральному і градієнтному аналізі нерівноти щільності тканини.

Сутність кореляційного аналізу полягає у визначенні корелограми або графіка кореляційної функції з метою виявлення періодичних, майже періодичних і витяжних хвиль серед складних коливань (наприклад, лінійної щільності продукту), що утворять комбіновану нерівноту. Тіснота лінійного взаємозв'язку двох випадкових величин характеризується коефіцієнтом кореляції [2]:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{p} m_{ji}\left(X_j - \overline{X}\right)\left(Y_i - \overline{Y}\right)}{mS\{X\}S\{Y\}} . \qquad (3)$$

Спектральний аналіз має велике теоретичне і практичне значення. Його сутність полягає у визначенні спектра хвиль, що утворять нерівноту властивостей досліджуваного продукту по його довжині, і їхніх характеристик. Такими характеристиками є довжина хвилі, її амплітуда, дисперсія досліджуваної властивості для даної хвилі і частка участі цієї дисперсії в загальній дисперсії.

Відомо, що всяку періодичну функцію можна приблизно виразити рядом Фур'є з кінцевим числом членів. Оскільки тканина є періодичним об'єктом з періодами, обумовленими як переплетеннями ниток так і малюнком рапорту, її можна описати наступним виразом [5,6]:

$$\tilde{f}(x,y) = \sum_{m=0}^{\infty}\sum_{n=0}^{\infty}\lambda_{m,n}(a_{m,n}\cos nx\cos my + b_{m,n}\sin nx\cos my + c_{m,n}\cos nx\sin my + d_{m,n}\sin nx\sin my) \qquad (4)$$

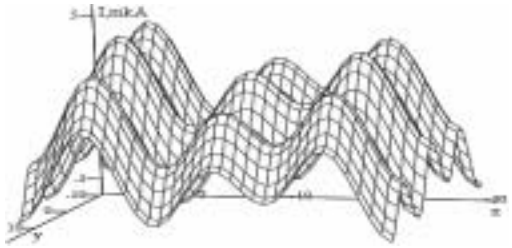
Для оцінки нерівноти тканини по масі, будові і структурі використовують градієнт нерівноти. Градієнтом нерівноти тканини є функція, що характеризує неравноту $C_г$тканини по масі квадратів тканини різних розмірів із площею $S=L^2$, тобто $B(S)=C^2(S)$.

Для вирішення задачі усунення впливу локальних нерівномірностей структури полотнини тканини на результати контролю нерівномірності використовуємо центрування обмірюваних величин на очікувані відповідно до моделі тканини структурні сигнали.

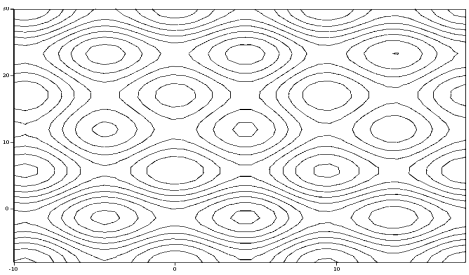
Даний підхід породжує поле моделі досить простої структури, що дозволяє генерувати площинні моделі [6].

Компенсація нерівноти щільності досягається шляхом введення в модель тканини додаткових гармонік.

Неровнота тканини досить легко контролюється у випадку відсутності інших відхилень і дефектів. Введення в модель тканини додаткових гармонік [6] дозволяє компенсувати неравноту щільності тканини зміною моделі тканини в припустимих границях. Аналіз коефіцієнтів модифікованої моделі тканини (рис.1), що відповідає контрольованому фрагментові, дозволяє оцінити неравноту виділеного фрагмента. Як видно з рис. 1, поле відгуку тканини має істотну локальну нерівномірність, урахування якої досягається використанням модифікованої моделі тканини.



а)



б)

Рис.1. Генерації відгуку тканини з урахуванням нерівноти в тривимірному просторі (а) і в лініях рівня (б).

Для визначення параметрів моделі сигналу дефекту на макетній установці були досліджені відносини відгуків від дефектних ділянок і від ділянок бездефектної полотнини тканини [5]. Мається можливість формування оцінки якісних показників тканини з урахуванням розподілених властивостей полотна, проте, необхідний новий підхід до побудови системи контролю, що дозволив би реалізувати рівну чутливість системи як до дефектів основи або утоку, так і до дефектів усього полотна.

Виявлення й оцінка нерівноти тканини розподіленої по рулоні тканини вимагає походу, який би враховував періодичні зміни, обумовлені особливостями технологічного устаткування.

Використання модифікованого перетворення Радону доцільно для контролю нерівноти щільності тканини в рулоні. Метод, що враховує розподілені характеристики, може бути побудований на інтегральному перетворенні функцій від декількох перемінних, спорідненому Фур'є перетворенню – на перетворенні Радону [7, 8]. Нехай мається ділянка тканини з порушеннями щільності (рис.2).

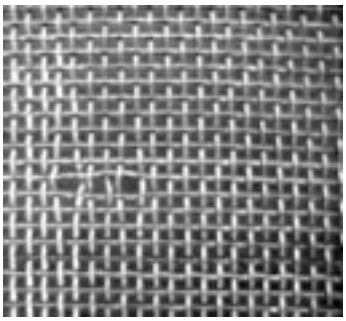


Рис. 2. Зразок тканини з нерівномірною щільністю

Для ідеального матеріалу в якому відсутні дефекти і усі види нерівноти перетворення Радону буде виглядати ідеальною пірамідою (рис.3.а). Для реального фрагмента тканини, особливо якщо в нім є зміни щільності, представленому на рис.3, результат перетворення буде помітним образом відрізнятися (рис.3.б).

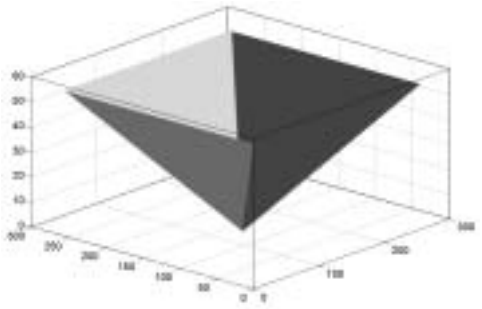
Найбільш інформативною для аналізу є різниця між сигналом перетворення Радону від ідеальної тканини і сигналом перетворення Радону від реального контрольованого фрагмента (рис. 4).

Для чисельного вираження відхилення контрольованого продукту від еталонного можна скористатися індексом нерівноти, що обчислюється як відношення нерівноти дійсного продукту до нерівноти гіпотетичного ідеального продукту [2], тобто:

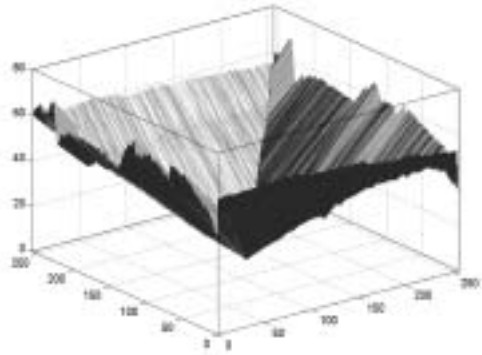
$$I = \frac{C_д}{C_г} = \frac{C_д\sqrt{m}}{100 \cdot K}, \qquad (5)$$

де $C_д$ – нерівнота контрольованого продукту, що може бути обчислена по формулі (1);

$C_г$ – нерівнота гіпотетичного ідеального продукту.



а)



б)

Рис.3. Відгук перетворення Радону:
а – для ідеального матеріалу і
б – для тканини з нерівномірною щільністю.

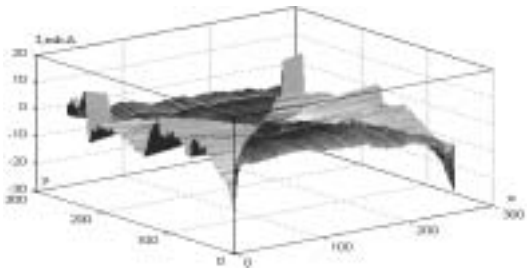


Рис.4. Центроване поле відхилень від очікуваного розподілу

Коефіцієнт К обчислюється по наступній формулі:

$$K = \sqrt{1 + \left(\frac{C_q}{100}\right)^2}, \qquad (6)$$

де C_q – квадратична нерівнота ниток по площі їхнього поперечного перетину.

Накопичений сигнал, винесений на вісь основи, подає інформацію про зміну щільності по зазначеному напрямку на обраному метражі тканини. Як видно з рисунку 5, сигнал, що отримують після перетворення, підсилює всі структурні особливості тканини.

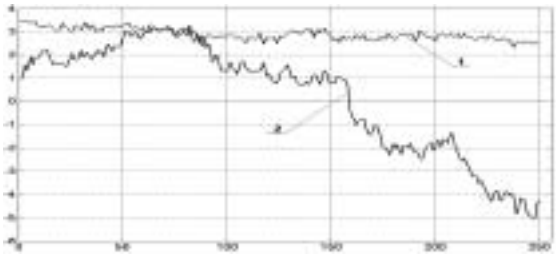


Рис.5. Відхилення по напрямку основи представлені 1-одиночним сигналом контролю, 2 – перетворенням.

Для аналізу контрольованого зразка тканини необхідно визначити спектр хвиль, що утворять неравноту властивостей продукту, і їхнім характеристикам. Такими характеристиками є довжина хвилі, її амплітуда, дисперсія досліджуваної властивості для даної хвилі і частка цієї дисперсії в загальній дисперсії [2, 8, 9].

Крива, що характеризує періодичну зміну лінійної щільності по основі, приведена на рис.6. Як видно з рисунка, амплітудний спектр сигналу є не рівномірним, що говорить про наявність у контрольному зразку тканини періодичної зміни щільності по напрямку основи.

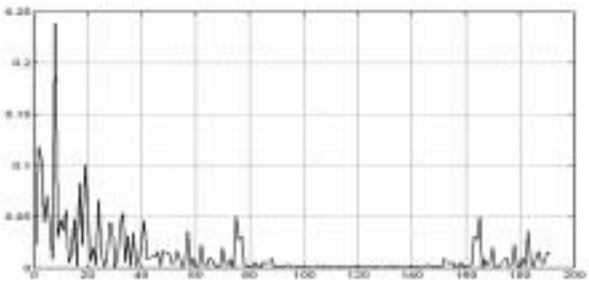


Рис. 6. Амплітудний спектр відхилення від очікуваного розподілу в напрямку основи

Аналогічну інформацію можна одержати і по напрямку утоку.

Висновки:

1. Сучасні методики й апаратурні засоби дозволяють контролювати широкий спектр дефектів зв'язаних з нерівнотой характеристик поверхні об’єктів.
2. Використання в якості моделі перших гармонік просторового ряду Фур'є для тканин простого полотняного переплетення дозволяє побудувати модель, що має достатню точність для використання її в технології виявлення нерівноти щільності тканини.
3. Використання модифікованого перетворення Радону дозволяє реалізувати метод контролю якісних показників тканини з високою чутливістю до дефектів нерівноти.

Література

[1]. Joze M. Valiente. M Carmen Carretero. Francisko Albert, Image Processing Tool for the Purpose of Textile Fabric Modeling. XII AMD International Conference – Grand Hotel-Rimini- Italy-Sept. 5-7, 2001 Associazione Nazionale Disigno di Macchine- DIEM c/o Fac. Ingeneria- Bologna

[2]. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. - М.: Легкая индустрия, 1980. – 392 с.

[3]. Robert Drobina, Mieczyslaw S. Machnio. Application of the image analysis technique for textile identification. AUTEX Research Journal, Vol. 6, No 1, March 2006 @ AUTEX , p.40-48

[4]. Farooq U, King T, Gaskell P.H, Kapur N. Machine Vision Using Image Data Feed -Back for Fault Detection in Complex Deformable Webs. Transactions of Institute of Measurement and Control. in Vol. 26, 2, pp. 1-19 2004.

[5]. Бражник А.М. Разработка методов и средств автоматического обнаружения дефектов тканей: Дис. ... канд. техн. наук: 05.13.07. – Херсон, 1989. – 239 с.

[6]. Тернова Т.І. Урахування морфогенетичного рівняння в математичній моделі тканини // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2006. – №2 (18). – С. 24-32.

[7]. Radon J., «Ber. Verh. Sachs. Acad.», 1917, Bd 69, S. 262-77.

[8]. Тернова Т.І. Розробка та застосування методів аналізу та контролю якості текстильних матеріалів: Дис. ... канд. техн. наук: 05.19.03. – Херсон, 2007. – 179 с.

[9]. Терновая Т.И. Автоматический контроль визуальных показателей тканей с рисунком // Матеріали 13-ої міжнародної конференції по автоматичному управлінню “Автоматика-2006”. – Вінниця, 2006. – С.382.