

МЕТОД ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ КРАПЛІ МЕТАЛУ

П'ятикоп О. Є.

ДВНЗ «ПДТУ», м. Маріуполь

Стан розвитку сучасних інформаційних технологій дозволяє використовувати систем комп'ютерного зору (СКЗ) в різних сферах людської діяльності. Актуальне застосування СКЗ в процесах виробництва. Такі системи використовуються в металургії для безконтактного контролю металопрокату, контролю якості труб; в машинобудівному виробництві для збору інформації про процес виготовлення і складання деталей; в автомобілебудуванні у візуальному контролі на кожному етапі складання машини. Сучасні СКЗ дозволяють домогтися більш високої точності позиції, збільшити продуктивність, отримати адекватні дані в режимі реального часу і безліч інших корисних функцій для підвищення ефективності автоматизації виробництва.

Для реалізації таких систем часто попередньо проводять експериментальні дослідження. Тому процес обробки цифрових зображень актуальний також в дослідницьких задачах виробничого характеру. Так для трудомістких і дорогих високотемпературних фізико-хімічних вимірювань характерна зміна досліджуваного об'єкта в ході експерименту за рахунок взаємодії з конструкційними матеріалами вимірювальної комірки та атмосферою печі [1]. Тому дуже важливо скорочувати тривалість експерименту, проводити за цей час вимірювання можливо більшої кількості властивостей і прагнути автоматизувати працю експериментатора. Однією з таких задач є експериментальне визначення поверхневого натягу рідин методом лежачої краплі [2]. Для здійснення цього процесу передбачається автоматизована обробка цифрового зображення краплі металу. Щоб отримати фото, краплю металу розплавляють на горизонтальній вогнетривкій підкладці або примусово формують над гострою кромкою тигля. При температурі формування краплі її фотографують, приклад показано на рис. 1. Для подальшого аналізу поверхневого натягу рідини необхідно виконати обробку цифрового зображення краплі.

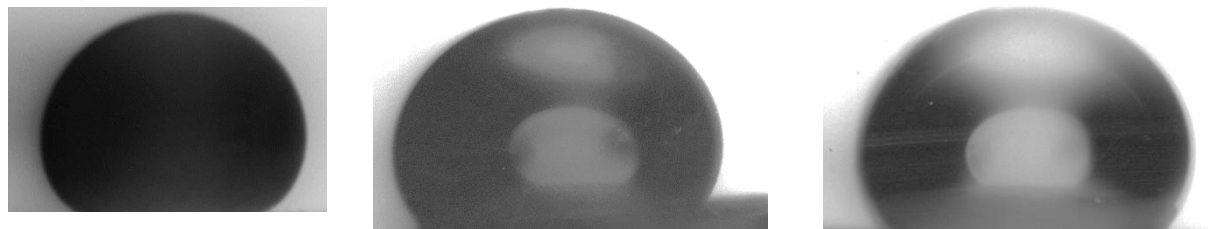


Рисунок 1 – Приклад зображення краплі

Традиційно проблема обробки зображення носить явно виражений комплексний ієрархічний характер і включає ряд основних етапів [3–5]: сприйняття поля зору, сегментація, нормалізація виділених об'єктів, розпізнавання.

Як правило, найбільш істотна інформація про спостережуваний об'єкт укладена в його контурах. Контури містять всю необхідну інформацію про форму об'єктів, присутніх на зображенні, і операція виділення контурів дуже часто полегшує подальший аналіз. Тому першим етапом обробки зображення є отримання цифрового уявлення контуру досліджуваної краплі металу. Це дозволить точно визначити такі параметри, як кути змочування, поверхневий натяг, обсяг краплі і т.д.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що однозначно універсального алгоритму виділення контуру (межі) об'єкта немає. Вибір методу залежить від завдання розпізнавання. Досить популярні методи на основі масок Canny, Prewitt, Kirschs, Roberts, Sobel, LoG (Laplacian Of Gaussian) [3–6].

Результати порівняння різних методів показали, що для даного типу зображень більш підходять методи з використанням масок Prewitt, Roberts, Sobel. При цьому перший метод також відрізняється високою швидкістю. Методи Робертса і Собеля демонструють також чіткість контурів, однак працюють ці методи в рази повільніше. Далі необхідно сегментувати частину контуру, яка відноситься до краплі.

На практиці при обробці цифрових зображень часто виникає проблема виявлення простих фігур, таких як прямі, кола або еліпси. Перетворення Хафа (Hough transformation), розроблене в 1962 році, стало ефективним засобом вирішення таких завдань. Метод дозволяє вказати параметри сімейства кривих і забезпечує пошук на зображенні безлічі кривих заданого сімейства [7]. Таким чином, було вибрано частину контуру, яка за формою близька до краплі.

Наступним етапом обробки зображення є аналіз контуру. Один із способів аналізу контурів є розрахунок моментів [8]. Момент – це характеристика контуру, об'єднана (підсумовувана) з усіма пікселями контуру. Момент (p, q) визначається як вираз:

$$m_{p,q} = \sum_{i=1}^n I(x,y)x^p y^q,$$

де p – порядок x , q – порядок y , де порядок означає потужність, на якій відповідний компонент, узятий в сумі з іншими відображеними, n – число пікселів контуру.

Таким чином, було обрано комплексний підхід для вирішення задачі обробки цифрового зображення краплі металу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Moser Z. Surface tension measurements of the Bi-Sn and Sn-Bi-Ag liquid alloys / Z. Moser, W. Gasior, J. Pstrum // *J. Electron. Mater.* – 2001. – Vol. 30, № 9. – P. 1109–1111.
2. Федосова И. В. Особенности построения эмпирического описания контура капли в автоматизации расчетов поверхностных свойств расплавов / И. В. Федосова, Т. А. Левицкая // *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка : зб. наук. праць.* – Донецьк : ДонНУ. – 2015. – Вып. 1(20). – С. 119–125.
3. Путятін Є. П. Методи та алгоритми комп'ютерного зору: навч. посіб. / Є. П. Путятін, В. О. Горюховатський, О. О. Матат. – ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 236 с.

4. Форсайт Д. А. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. А. Форсайт, Ж. Понс. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
5. Шапиро Л. Компьютерное зрение. / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
6. Гонзалес Р. Цифровая обработка изображений в среде Matlab / Р. Гонзалес, Р. Вудс, С. Эддинс ; пер. с англ. В. В. Чепыжова. – М. : Техносфера, 2006. – 616 с.
7. Кудрина М. А. Использование преобразования Хафа для обнаружения прямых линий и окружностей на изображении / М. А. Кудрина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – № 4–2. – С. 476–478.
8. Сабельников П. Ю. Вычисление и использование моментов бинарных изображений при геометрическом сравнении объектов / П. Ю. Сабельников // Штучний інтелект. – 2013. – № 3. – С. 223–232.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАКАЛКИ ДЕТАЛИ В ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Разживин А. В., Белошарка Е. Д.
ДГМА, г. Краматорск

Проведение закалки в термической печи обеспечивает высокую степень закалки, позволяет внедрить полную механизацию и комплексную автоматизацию процесса, сокращает цикл закалки. Тепловой режим закалки является одним из основных параметров технологического процесса, т. к. в данный период закладываются основные физико-химические свойства закаляемой детали. Стабилизация теплового режима по зонам печи на уровне ± 10 °С является обязательным условием получения качественной продукции. Следовательно, необходима система управления температурным режимом закалки, которая будет поддерживать установленный директивный температурный график.

В связи со сложностью измерений показателей теплового состояния возникает необходимость в разработке математических моделей, которые достаточно полно описывают тепловые процессы при термической закалке деталей. Такие математические модели основываются на нелинейных дифференциальных уравнениях в частных производных, содержат граничные условия различного рода, а также условия для определения положения границы фазового перехода.

Анализ интегральных показателей энергетических процессов в газовой термической печи учет их пространственного распределения может быть сделан путем решения дифференциальных уравнений в частных производных. Такое решение позволяет описать тепловые процессы, распределенные во времени и пространстве [1, 2].

Используя уравнения теплового баланса и пренебрегая тепловым потоком, выделяемым в закаляющейся детали за счет химических реакций, можно записать:

$$c_o \cdot M_o \cdot \frac{\partial T_o}{\partial \tau} = c_c \cdot M_c \cdot \frac{\partial T_c}{\partial \tau} + \lambda_s \frac{P_c(\tau) - P_{mn}(\tau)}{\pi r_{ni}^2}, \quad (1)$$