

РАЗРАБОТКА НА СИСТЕМА ЗА ОРИЕНТИРАНЕ НА БАЛАНСНИ ТЕЖЕСТИ С МАШИННО ЗРЕНИЕ

ПЕНКО МИТЕВ

Технически Университет София, филиал Пловдив
penkomitev@gmail.com

Резюме: Докладът проследява процеса на конструиране, проектиране и производство на система за ориентиране на детайл „Балансни тежести“, Системата се състои от вибробункер, линеен вибрационен транспортър (ЛВТ) и видео сензор.

Ключови думи: система за ориентиране, автоматично ориентиране, вибробункер, машинно зрение

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR ORIENTATION OF BALANCE WEIGHTS WITH MACHINE VISION

PENKO MITEV

Technical University of Sofia, branch Plovdiv
penkomitev@gmail.com

Abstract: The paper follows the process of design, calculations and manufacture of a feeding system for part "Balance weights". The system is based on a vibratory bowl feeder, linear vibratory feeder and a machine vision sensor.

Keywords: feeding system, automatic orientation, vibratory bowl feeder, machine vision

1. Въведение

Докладът е посветен на процеса на конструиране, производство и експериментално изследване на система за ориентиране на детайл „балансна тежест“, който е широко разпространен в автомобилната промишленост и се използва при балансирането на гуми. Традиционно се продават върху самозалепваща лента и в зависимост от резултатите от баланс машината, специалистът, който извършва баланса, изрязва необходимото количество с ножица и го поставя върху автомобилната гума. Обикновено са изработени от Fe, стомана или друг материал. Група детайли, залепени върху лента са показани на фиг. 1. Това е начинът, по който се продават. Някои производители ги предлагат и на големи ролки, което е вариант за търговия на едро със сервизите за автомобили.



Фиг. 1 Детайл „Балансни тежести“ върху лента

Налице са повече устойчиви състояния, което прави изграждането на системата за ориентиране по-сложно. За да се прецени какъв метод на ориентиране да се използва, първо трябва да се направи оценка на пригодността на детайла за автоматично ориентиране.

2. Оценка на пригодността на детайла за автоматично ориентиране

За оценка на степента на пригодност на детайлите за автоматично ориентиране е използвана методиката за количествена оценка на технологичността на конструкцията, разработена в катедра "Автоматизация на дискретното производство" [7]. Получените резултати от прилагане на метода са показани на фиг. 2.

Степен N	Характеристика	Код
Степен I	Асиметрия на външната конфигурация, метален	1 000 000
Степен II	Несвързващи се	000 000
Степен III	Пластиинни, дебели, феромагнитни	20 000
Степен IV	Две манипулационни бази, симетрично	3 000
Степен V	Две равнини на симетрия	500
Степен VI	Без централен отвор	00
Степен VII	Без допълнителни признаци	8
Кодов номер на детайла		1 023 500

Фиг. 2 Резултати от прилагане на методика на катедра АДП

Общата сума на показателите е:

$$\sum b_i = 1 + 0 + 2 + 3 + 5 + 0 + 0 = 11 \text{ (1)}$$

Следователно детайлът се характеризира със средна сложност. Детайлът е изработен от метал, което не предполага наличието на проблеми с качеството с течение на времето [1,2], свързани с производството на полимерни изделия по технология на шприцване.

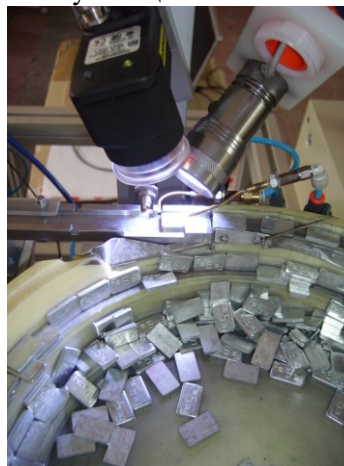
3. Проектиране и изработка на системата

Основната задача на проектираната система е да ориентира и подава балансните тежести към линеен вибрационен транспортър (ЛВТ), а оттам те да се хващат от манипулатор с П-цикъл, който да ги залепва върху лентата. Целта е да се отсичат детайлите и да се подават към система за автоматичното им залепване върху самозалепваща ролка.

Анализът по методиката на катедра „АДП“ предвижда средна сложност на системата за ориентиране, но не се отчита едно основно изискване на задачата – от едната страна детайлите имат щампа с текст, който е задължително да бъде нагоре, за да може да се чете от специалистите, които правят баланса. Това не е достатъчен белег за ориентиране по класическите методи с механични ориентиращи елементи и се налага използването на по-модерни алтернативи.

Поради отсъствието на различим физически признак, по който да бъде разпозната щампата, се налага използване на видео сензор за машинно зрение. Тези системи работят с предварително обучено, референтно изображение, с което сравняват всеки следващ кадър, който заснемат. Настройката и обучението са лесни и обикновено се осъществяват в няколко стъпки, които са обезпечени от софтуерен продукт, предоставящ се от производителя на съответното устройство. Основните стъпки, през които се преминава са:

- Настройка на картината – избор дали се използва вътрешното осветление на сензора или външно, експозиция и др.
- Настройка на разпознаването чрез различни инструменти – откриване на шаблон, яркост, контраст, прочитане на текст и др.
- Настройка на начина на обработка на изходните сигнали – по дискретни изходни сигнали или чрез комуникация



Фиг. 3 Изработка на системата

На фиг. 3 е показана системата. Чинията (чашата) е изработена от полиамид, по технология чрез стружкоотнемане, което е подходящо за текущия детайл, който не е абразивен.

При наличието на комбинация от вибробункер и видеосензор, обикновено се счита, че вибробункерът се превръща в устройство просто за подаване на детайлите, а ориентирането се поверява на видео сензора изцяло.

Същинската работа по ориентиране на детайлите е обект на значително количество ръчен труд, като процесът преминава през множество идеи, проби, изменения, докато стигне до окончателния си вид. Дейността граничи със занаятчийство [3,4,5].

В конкретната задача, след основното производство на чинията започва изработката на ориентиращи елементи, които се използват за ориентиране на детайла до точно определено междинно или крайно (желано) устойчиво състояние. Важно е да се отчете, че това в конкретната задача е детайлите да са поединично и по дължина, но по никакъв начин не се гарантира в какво положение е щампата. Ориентирането от вибробункера е сведено само до правилната геометрична ориентация, а

решението дали щампата е нагоре се определя от камерата.

Алгоритъмът на работа е следният – при пристигане на детайл на изхода на вибробункера и в началото на ЛВТ, камерата се задейства посредством оптичен сензор. Това води до заснемане и сравнение на изображението с референтното. Ако детайлът е разпознат, не се предприема никакво друго действие. Ако обаче текстът не е открит, камерата подава изходен сигнал към пневматичен разпределител, който задейства дюза, която връща детайла във вибробункера. Типична черта на системите за машинно зрение е, че дори детайлът да е правилно ориентиран, ако те не го разпознаят, той се определя като грешен и се третира като такъв съгласно настройката.

4. Експериментално изследване

След реализиране на системата е направено експериментално изследване по отношение на производителността, като то е разделено на две части – изходната производителност на вибробункера и тази на видео сензора.

Таблица 1. *Производителност на вибробункера*

Опит №	Производителност за 1 min
1	80
2	85
3	90
4	78
5	92
Средна стойност: 85 бр/min	

Таблица 2. *Производителност на видео сензора*

Опит №	Производителност за 1 min
1	41
2	43
3	44
4	52
5	48
Средна стойност: 46 бр/min	

5. Изводи

Проектираната разработка, както и резултатите от експерименталното изследване могат да послужат при работа върху други подобни системи поради факта, че поради настройваемия и програмируем характер на камерите, те са универсални.

Ориентиращите устройства са много и разнообразни видове и тяхното използване и

изграждане зависи предимно от детайла, предявените към него изисквания (например производителност, желана ориентация на изхода, обем детайли, които се зареждат наведнъж в ориентиращото устройство и др.).

Правилното разработване на системи за автоматично ориентиране изисква задълбочени познания по ориентиране, водене и манипулиране на детайли [6].

Принципът на работа между настоящата публикация и публикации [8,9] е сходен дотолкова, че се използват видео сензори в помощ на ориентирането там, където няма достатъчни физични белези за разпознаване на устойчивите състояние по традиционни методи за ориентиране.

6. Благодарности

Авторът изказва благодарности на КМС ИНЖЕНЕРИНГ ООД за оказаната подкрепа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Valko Mitev, Ivo Malakov; Analysis of the quality of polymer parts for automatic assembly. AIP Conf. Proc. 21 February 2024; 3063 (1): 060012. <https://doi.org/10.1063/5.0195873>
2. Penko Mitev, Ivo Malakov; Development of a system for automatic feeding and orientation of cylindrical parts. AIP Conf. Proc. 21 February 2024; 3063 (1): 060017. <https://doi.org/10.1063/5.0195879>
3. Geoffrey Boothroyd, Assembly Automation and Product Design ISBN 1-57444-643-6
4. Stefan Hesse, Rationalisation of small workpiece feeding. Orientating, sorting, checking and feeding . 2000 by Festo AG & Co
5. G.Bootroyd, C.R. Poli, L.E Murch (1978) Handbook of Feeding and Orienting Techniques for small parts
6. И. Г. Бляхеров, Г. М. Варьяш (1990), и др. Автоматическая загрузка технологических машин
7. Р. Димитрова, Г. Хаджикосев (2013) Ръководство за лабораторни упражнения по автоматизация на дискретното производство.
8. Mitev, P. Development of a System for the Active Orientation of Small Screws. Eng. Proc. 2024, 70, 55. <https://doi.org/10.3390/engproc2024070055>
9. Mitev, P. Development of a Training Station for the Orientation of Dice Parts with Machine Vision. Eng. Proc. 2024, 70, 57. <https://doi.org/10.3390/engproc2024070057>

