

Wykorzystanie technologii druku 3D w projektowaniu chwytaków robotów przemysłowych

The use of 3D printing technology in the design of industrial robots grippers

PIOTR PRZYBYLSKI *

Materiały z XX SKWPIE, Jurata 2016 r.
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.182

W artykule przedstawiono przykłady nowych konstrukcji chwytaków, które mogą znaleźć zastosowanie na różnych etapach procesów technologicznych. Przeanalizowano także możliwość wykorzystania druku 3D w projektowaniu nowych rozwiązań konstrukcyjnych. Na bazie testowego modelu sprawdzono jego dokładność z uwzględnieniem różnych grubości wydruku.

SŁOWA KLUCZOWE: proces technologiczny, chwytak robota, druk 3D

The article presents examples of new designed robot grippers, which can be used in different stages of technological processes. It also analyzes the possibility of using 3D printing in the design of new structural solutions. In relation to different thicknesses of print the test model accuracy was verified

KEYWORDS: technological process, robot gripper, 3D print

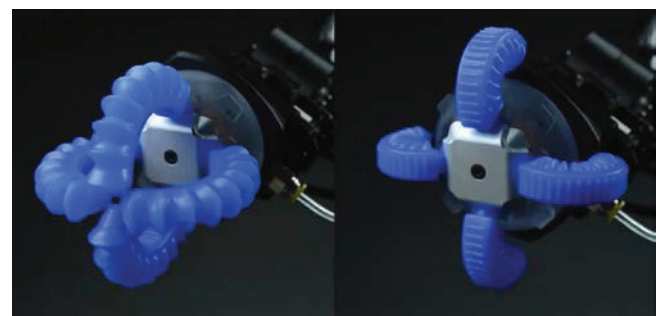
Coraz szersze zastosowanie robotów przemysłowych na różnych etapach procesów technologicznych wymusza na konstruktorach tworzenie różnego rodzaju efektorów. Dużym polem do popisu dla projektantów jest tutaj przemysł spożywczy, który ze względu na ogromne zróżnicowanie produktów stawia bardzo wysokie wymagania [1]. Jednym z problemów, który należy rozwiązać, jest zróżnicowana specyfika właściwości chwytnych obiektów. Warunkują je głównie wymiary i kształt elementu, ale również delikatność struktury i kruchość materiału, z jakiego są wykonane. Na przeciw potrzebom projektantów wychodzi metoda prototypowania 3D, która w znaczący sposób przyspiesza i ułatwia tworzenie i testowanie nowych rozwiązań. W zależności od przeznaczenia efektora projektanci mają możliwość skorzystania z bardzo szerokiej gamy materiałów, poczynając od ABS czy PLA, aż po bardziej wyspecjalizowane, jak np. guma NinjaFlex. To wszystko przekłada się na coraz szersze zastosowanie drukarek wykorzystujących technologię FDM w modelowaniu i projektowaniu efektorów robotów przemysłowych.

W dalszej części artykułu przedstawiono krótką analizę istniejących rozwiązań w dziedzinie chwytania obiektów oraz kierunek prowadzonych prac rozwojowych. Następnie na przykładzie konkretnego modelu drukarki 3D oraz testowego modelu dokonano analizy dokładności druku w zależności od grubości ścieżki.

Zastosowanie efektorów

W zależności od danej gałęzi przemysłu sposób uchwycenia elementu może być uwarunkowany różnymi parametrami. W przypadku przemysłu elektronicznego i maszynowego obiekty mają unormowane kształty, w związku z czym są w miarę łatwe do chwytania i przemieszczania. Natomiast w przemyśle spożywczym problem zaczyna być bardziej złożony. Niezależnie od zastosowania wszelkiego rodzaju efektorów powinny się charakteryzować przede wszystkim dużą wytrzymałością i niezawodnością. W końcu ich podstawowym

zadaniem jest nieprzerwana realizacja danej części procesu technologicznego. Analizując konstrukcję [2], widać, że ten sam typ chwytaka może mieć różne właściwości wynikające z kształtu oraz zastosowanego materiału. Pozwala to dopasować się do konkretnego środowiska pracy, jak również wykonać dany proces stabilnie i niezależnie od oddziaływających na układ prędkości i sił zewnętrznych. Samemu podziału chwytaków można dokonać ze względu na budowę, sposób trzymania detalu i sposób mocowania. Pomimo tak szerokiego zakresu dostępnych chwytaków cały czas trwają prace nad nowymi, bardziej uniwersalnymi rozwiązaniami. Jak wcześniej wspomniano, to właśnie przemysł spożywczy kieruje dalszy rozwój efektorów. To w nim teoretycznie ten sam produkt może się różnić pod względem wielkości, kształtu czy twardości. Zastosowanie w procesie technologicznym chociażby etapu mrożenia, który występuje np. w przypadku obróbki mięsa, powoduje zmianę właściwości i zmienia warunki chwytania wynikające z pojawiania się na powierzchni warstwy szronu. Kolejnym znaczącym problemem jest kwestia utrzymania właściwej higieny i ograniczenia do minimum wzajemnego zanieczyszczania produktów. Właśnie w celu zwiększenia uniwersalności zostały opracowane przedstawione dalej dwa rozwiązania [3, 4]. Pierwsze z nich skonstruowane przez firmę SoftRobotics (rys. 1) umożliwia chwytanie i manipulowanie produktami o zróżnicowanym kształcie, wielkości i masie przy pomocy jednego efektora. Wykorzystując własności materiałów elastycznych daje możliwość przemieszczania różnego rodzaju produktów bez konieczności wymiany narzędzi. Jeśli natomiast zajdzie konieczność szybkiego przebrojenia robota, zastosowany tutaj sprzęg magnetyczny między chwytakiem a manipulatorem bardzo przyspieszy ten etap.

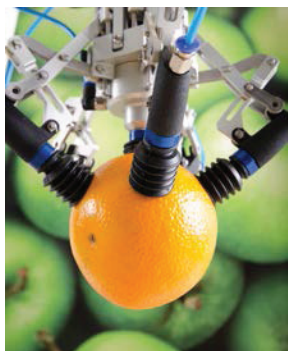


Rys. 1. Przykład efektora firmy SoftRobotics (źródło: <http://www.softroboticsinc.com>)

Wszystko to stwarza ogromne możliwości, zwłaszcza przy przygotowywaniu i pakowaniu produktów spożywczych, niezależnie od tego, czy są one w całej postaci czy porcjowane.

Drugie rozwiązanie (rys. 2), opracowane przez brytyjskich inżynierów z Cambridge, ma podobne przeznaczenie do tego z SoftRobotics, jednak jest to konstrukcja bardziej skomplikowana. Wykorzystuje ona metodę chwytu zbliżoną do ludzkiej ręki i znajduje zastosowanie raczej tylko w przypadku pełnych produktów spożywczych, takich jak jabłka, pomarańcze czy banany. Również pod względem eksploatacji

* Mgr inż. Piotr Przybylski (piotr.przybylski@wat.edu.pl) – Wydział Mechatroniki i Lotnictwa, Wojskowa Akademia Techniczna



Rys. 2. Przykład chwytaka opracowanego przez inżynierów z Cambridge (źródło: www.cambridgeconsultants.com)

i utrzymania w czystości wydaje się gorszym rozwiązaniem, aczkolwiek nieograniczającym tak bardzo możliwości zastosowania go w przemyśle. Elementem wspólnym obu chwytaków jest wykorzystanie podzespołów pneumatycznych. Analizując obie konstrukcje, można się zastanowić nad możliwością wykorzystania w nich modeli stworzonych na drukarce 3D. Coraz większa różnorodność dostępnych na rynku materiałów do druku pozwala przetestować i dalej modyfikować proponowane rozwiązania, przyspieszając ich rozwój.

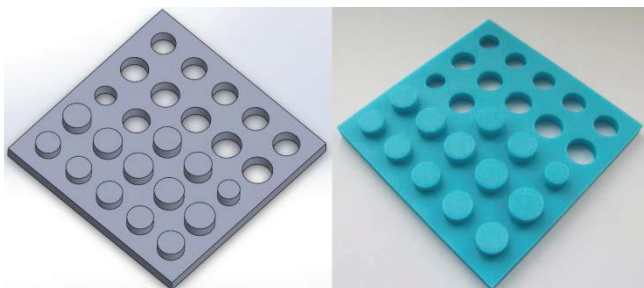
Druk 3D

Jednym z urządzeń, które jest dostępne na polskim rynku, a swoimi możliwościami jest w stanie wesprzeć etap projektowania i testowania nowych rozwiązań konstrukcyjnych jest drukarka Zortrax M200. Jest to bardzo wszechstronne narzędzie, które oferuje dość duży obszar roboczy, wynoszący 7400 cm³, i w zależności od potrzeb pozwala drukować obiekty charakteryzujące się różnymi właściwościami.

Stworzone przez producenta oprogramowanie Z-SUITE jest bardzo intuicyjne i pozwala na współpracę z różnymi środowiskami umożliwiającymi tworzenie modeli 3D. Wystarczy załadować projekt zapisany w formacie *.stl*, *.obj* lub *.dxf* i wybrać kilka podstawowych parametrów, takich jak rodzaj wypełnienia bryły czy grubość ścieżki, by stworzyć plik umożliwiający wydruk. Oprócz tego środowisko daje możliwość podstawowej edycji i modyfikacji modelu przez jego przeskalowanie lub podział na mniejsze elementy. Po wybraniu rodzaju materiału program generuje ścieżkę druku i informuje o przewidywanym czasie pracy oraz szacowanej ilości potrzebnego materiału.

Dokładność wydruku

Przedstawiony model drukarki dysponuje przestrzenią roboczą o wymiarach 200×200×180 mm, co wraz z możliwością łączenia ze sobą oddzielnych wydruków daje ogromne zaplecze konstrukcyjne. Warunkiem właściwego złożenia poszczególnych elementów jest jednak ich poprawne spasowanie, które wymaga zachowania odpowiedniej dokładności.



Rys. 3. Model 3D i przykładowy wydruk

Została ona sprawdzona na przykładzie testowego modelu wydrukowanego z materiału Z-ABS.

Zaprojektowana bryła (rys. 3) miała za zadanie umożliwić sprawdzenie średnic zewnętrznych i wewnętrznych w płaszczyźnie XY oraz wysokości modelu w osi Z. Poszczególne wymiary powinny mieścić się w zakresie od 8 do 10 mm (średnice) i od 9 do 10 mm (wysokość). W sumie wydrukowane zostały cztery modele, każdy inną grubością ścieżki – od 0,09 do 0,39 mm.

Pomiarów dokonano suwmiarką elektroniczną o dokładności 0,01 mm, a wyniki zostały przedstawione w poniższej tabeli.

TABLICA. Zestawienie wyników pomiarów gdzie: d_1 – średnica zewnętrzna i wewnętrzna modelu, d_2 – średnica zewnętrzna wydruku, d_3 – średnica wewnętrzna wydruku, h_1 – wysokość modelu, h_2 – wysokość wydruku

		Grubość ścieżki druku, mm											
		0,09			0,19			0,29			0,39		
d_1	h_1	d_2	d_3	h_2	d_2	d_3	h_2	d_2	d_3	h_2	d_2	d_3	h_2
11,00	10,00	10,92	10,70	10,28	10,91	10,80	10,24	10,92	10,78	10,46	11,01	10,69	10,30
10,80	9,90	10,75	10,54	10,15	10,73	10,59	10,18	10,73	10,60	10,15	10,80	10,55	10,22
10,60	9,80	10,52	10,27	9,97	10,55	10,40	9,92	10,51	10,43	10,00	10,56	10,24	9,89
10,40	9,70	10,33	10,21	9,96	10,36	10,11	9,85	10,32	10,25	10,00	10,39	10,14	9,23
10,20	9,60	10,16	9,96	9,89	10,17	9,95	9,77	10,16	9,99	9,86	10,23	9,92	9,66
10,00	9,50	9,94	9,76	9,76	9,96	9,66	9,75	9,96	9,67	9,81	9,97	9,72	9,92
9,80	9,40	9,80	9,50	9,66	9,80	9,54	9,59	9,72	9,52	9,77	9,82	9,58	9,87
9,60	9,30	9,60	9,36	9,66	9,58	9,36	9,53	9,56	9,37	9,51	9,64	9,30	9,48
9,40	9,20	9,35	9,20	9,47	9,37	9,16	9,43	9,34	9,14	9,42	9,41	9,18	8,23
9,20	9,10	9,20	8,97	9,37	9,16	8,93	9,28	9,17	8,96	9,59	9,24	8,95	9,22
9,00	9,00	8,97	8,78	9,24	8,96	8,79	9,15	8,95	8,76	9,28	9,01	8,73	9,51

Analizując otrzymane wyniki, widać, że najdokładniej odwzorowane są średnice zewnętrzne, gdzie różnica zazwyczaj nie przekracza 0,1 mm, a druk grubością 0,39 mm prawie idealnie odwzorował przyjęte założenia. Nieco gorzej jest w przypadku średnic otworów i wysokości modelu. Oba parametry odbiegają od zadanych wartości, a rozbieżność w większości przypadków wynosi od 0,2 do 0,4 mm, z zaznaczeniem, że otwory są za małe, a wysokość za duża. W przypadku sprawdzenia wymiaru w osi Z odrzucono ostatnią kolumnę tabeli z powodu oderwania się materiału od płyty grzewczej w trakcie wydruku i przez to zniekształcenia wyników. Widać zatem, że, wykorzystując materiał Z-ABS przy tworzeniu nowych projektów efektorów, należy pamiętać o różnicach, jakie pojawiają się w docelowym modelu, a w związku z tym o konieczności zmodyfikowania, niektórych wymiarów.

Podsumowanie

Dostępne obecnie na rynku drukarki 3D bardzo ułatwiają proces projektowania i testowania nowych konstrukcji. Jak widać na przykładzie SoftRobotics i Cambridge Consultants, cały czas trwają prace mające na celu udoskonalenie istniejących rozwiązań, a tym samym poszerzenie zakresu ich zastosowań w różnych gałęziach przemysłu. Jednocześnie ciągle zwiększająca się ilość dostępnych do druku materiałów pozwala na tworzenie coraz bardziej urozmaiconych i złożonych efektorów.

LITERATURA

1. Barczyk J. „Robotyzacja w przemyśle spożywczym”. *Pomiary Automatyka Robotyka*. 1/2007, s. 16÷20.
2. Kost G. „Podstawy budowy robotów”. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 1996.
3. www.softroboticsinc.com/ (dostęp 2.04.2016).
4. www.cambridgeconsultants.com/media/press-releases/pick-bunch (dostęp 2.04.2016).
5. zortrax.pl (dostęp 2.04.2016).