

食品 3D 打印的发展及挑战

Development and challenge of 3D print in the food industry

李光玲

LI Guang-ling

(江阴职业技术学院, 江苏 江阴 214405)

(Jiangyin Polytechnic College, Jiangyin, Jiangsu 214405, China)

摘要:随着 3D 打印技术的快速发展,其应用领域从传统模具制造领域不断扩展到建筑、工艺设计和医疗整形等领域。其成本的不断降低得益于 Arduino 开源硬件技术的发展。在食品行业,3D 食品打印将对食物供应短缺、食物个性化需求、人类生活方式以及太空旅行等问题产生深远影响。3D 打印食品的材料限制、口感、安全性、成本以及大众心理障碍等是目前食品 3D 打印所面临的挑战。

关键词:3D 打印;食品;成型特点;食品打印机

Abstract: With the rapid development of 3D printing technology, its applications expand into the field of architecture, industrial design and orthopedic from the traditional mold manufacturing. The cost reduction is benefited from the development of opening hardware technology. In the food industry, 3D food printing will have a profound impact on shortage of food supply, individual needs. But there are also many challenges in material limitations, taste, safety, cost and psychological disorders which 3D food printing must face.

Keywords: 3D printing; food; forming characteristics; food printer

3D 打印(3D printing),以前通常称为快速成型(RP)。它以数字模型文件为基础,通过逐层将粉末状金属、塑料等可粘合材料或者光敏树脂等以打印的方式构造物体。目前,该技术在模具制造、工业设计、建筑、医疗产业、地理信息系统等领域都有应用^[1-3]。

随着 3D 打印技术的不断发展,以及人们对 3D 打印技术在新领域的不断尝试,3D 打印在食品领域呈现了全新的应用,利用 3D 食品打印机“打印”出了精美的食品,如巧克力、饼干、糕点等^[4]。

1 3D 打印机原理与构成

1.1 FDM 3D 打印机基本原理与结构

3D 打印有很多种实现方法,但目前被人们所广泛认识

和熟悉的是一种称为熔融沉积成型(fused deposition modeling, FDM)的工艺技术,流行的桌面型 3D 打印机大部分都采用这种技术。它是将热熔性材料(ABS、尼龙或蜡)通过加热器熔化,挤压喷出并按截面形状堆积一个层面,然后将第 2 个层面用同样的方法建造出来,并与前一个层面熔结在一起,如此层层堆积而获得一个三维实体^[3]。

根据上述 3D 打印机的原理,可以用各种各样的材料来成型,开发出多种食品 3D 打印机就是一件不难想象的事情了。其主要由下面几部分构成:

(1) 机架:承载打印机的各个部件,其中包括 X、Y、Z 运动部件,因为打印机工作时,X 轴、Y 轴在不断的运动,所以为了减轻喷头运动时的动量对机体冲击,必须要保证机架的整体刚性。

(2) 机械轴:即 X、Y、Z 轴运动的部件,通常采用直角坐标型,也就是 X、Y、Z 轴相互垂直,X、Y 轴通常是由步进电机通过同步带来定位的,Z 轴则是由步进电机驱动丝杆来控制的。

(3) 控制电路:控制电路的基本结构是由控制主板、步进电机驱动、喷嘴控制及其他输出接口构成。

(4) 成型平台:通常是一块平板,承载要成型的物体,成型过程中,有的是在 Z 轴电机带动下可上下移动,有的是静止不动。

(5) 喷嘴和挤出机构:成型材料在喷嘴里被加热熔化并在挤出机构的推动下挤出,在 X、Y 轴电机的控制下按截面形状成型。

1.2 Arduino 开源硬件技术

3D 打印技术从上世纪 80 年代开始出现,到本世纪初,3D 打印机还鲜为人知,主要是因为价格昂贵,只应用于模具开发、原型设计等工业上游环节,最便宜的国产 FDM 型 3D 打印机也要接近 20 万元人民币。但近几年,3D 打印技术迅速得到普及,价格也变得极其低廉,现在网络上有 3 000 元左

基金项目:江苏省信息融合软件工程技术研究中心开放基金项目(编号:SR-2011-03)

作者简介:李光玲(1964—),女,江阴职业技术学院副教授。

E-mail: lglzjm@163.com

收稿日期:2014-12-20

右人民币的 3D 打印机出售,且其打印速度和质量还较好,这主要是开源硬件 Arduino 技术的发展所致。

1.2.1 开源硬件 根据来自 Terry Wohlers 的 2012 版产业分析^[5],预计 2019 年,3D 打印市场规模将上升至 70 亿美元,而让这场产业革命成功的却只是一个电子原型平台,该平台包括一片具备简单 I/O 功效的电路板以及一套程序开发环境——开源硬件 Arduino。开源硬件,就是通过开源的方式授权设计图、原料表和上面执行软件,可以根据自己的意愿对产品做出修改,甚至生产和销售。

1.2.2 Arduino 硬件平台 Arduino 源于 5 个国际工程师(意大利的 Massimo Banzi, Gianluca Martino, 西班牙的 David Cuartielles 和美国的 David Mellis、Tom Igoe)合作开发的一个小项目,可以开发出与 PC 相连的周边装置或可独立运作并具互动性的电子产品,同时,也可成为独立的与 PC 上的软件沟通的平台^[6]。这个开放平台具有如下优点:

- (1) 低成本,微处理器容易购买。
- (2) Arduino 软件集成开发环境(Arduino IDE)是免费、开源的,硬件也是开源的。
- (3) 支持多种跨平台互动软件。
- (4) 其所有资源都可以免费下载,且可以根据需要重新构建或修改,语言可以被轻松掌握且足够灵活。

正是由于 Arduino 技术和相关的开源技术的上述特点,3D 打印变得透明了,制造过程得到了极大简化,成本迅速降低,从而使 3D 打印技术在短时间得到普及。

2 食品 3D 打印机

2.1 食品 3D 打印机原理

3D 食品打印机的原理与 FDM 打印技术类似,但打印材料不是塑料或其它的工业材料,而是可以挤出的一种或数种液态或糊状的配方食材。这种机器由控制电脑、食材挤出器、输送装置等几部分组成,食品的造型和配方预先保存在电脑中,食物的材料和配料预先放入容器内,使用者在多种立体形状中挑选喜欢的造型,点击“打印”后,打印头上的喷头就会将食材逐行、逐层地铺上去,从而实现食品的 3D 打印。图 1 是一台已经制造出食品的 3D 打印机。



图 1 食品 3D 打印机

Figure 1 3D food printer

2.2 食品 3D 打印的现状

目前,3D 食品打印机主要有 3D Systems 在 CES2014 展出的 ChefJet 和 ChefJet Pro 两款,以及巴塞罗那 Natural Machines 公司推出的一款消费级的 Foodini 3D 食品打印机。

ChefJet 系列打印机主要使用糖作为打印材料,Foodini 3D 食品打印机则可以打印出糕点、肉饼、巧克力等食品^[7]。3D 食品打印机在使用时,首先要将准备好的食材原料搅拌成泥状,然后通过喷头将泥状食材按预先设定好的形状及图案喷出,或在模具中喷压成型,最后将成型的食材放入烤箱进行烘烤即可。由于成型图案可预先在设备中进行设定,因此可打印出较多形状可爱的图案,不足是成型表面略显粗糙。如图 2~5 所示是经食品 3D 打印机得到的食品。

2.3 食品 3D 打印的发展

普遍认为,3D 食品打印机有助于利用全新食材便捷地制作非传统食品,它会对人类今后的食物和饮食习惯产生深远的影响^[8]。

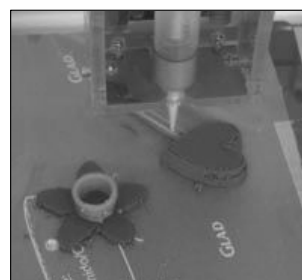


图 2 3D“打印”的霜糖

Figure 2 3D print cream sugar

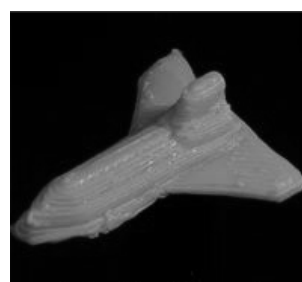


图 3 3D“打印”的干酪航天飞机

Figure 3 3D print of the cheese space shuttle



图 4 3D“打印”的巧克力

Figure 4 3D print chocolate

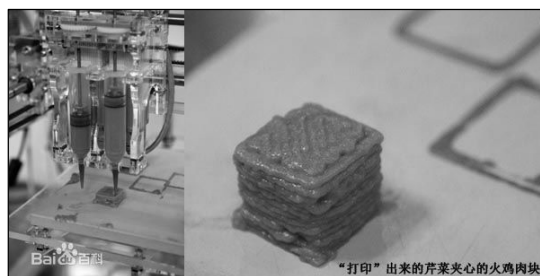


图5 3D“打印”的芹菜夹心火鸡肉

Figure 5 3D print celery sandwich Turkey

(1) 它使人们的太空旅行梦想变得更近了。为了能在太空中进行更广阔的遨游,就必须在太空飞船上储备足够的食物,而运输的成本又决定了这些食物不能超重且不能占据太多的空间。3D食物打印可以使宇航员拥有一个超级浓缩的厨房,有效地节省太空舱的有限空间,可以辅助人类完成更具挑战性的太空探索任务。例如,美国宇航局曾向3D打印机厂商系统与材料研究公司(SMRC)提供一笔为期6个月的12.5万美元资金,要求其研制一种通用型食物合成器^[9]。

(2) 3D食物打印为缓解今后粮食可能不足的难题提供了一种解决方案。根据美国人口调查局和联合国人口基金会^[10]的预计,全世界人口将在未来数十年持续增长,这意味着未来粮食供应不足的问题将更加严峻。3D食物打印有可能从人类目前不太食用的物质中提取出需要的营养成分,然后利用3D打印技术制作出新的食物。例如,荷兰的相关组织正在设想从藻类、甜菜叶及昆虫这些可持续资源中提取营养成分进行3D打印^[11]。

此外,3D食物打印能够满足人们丰富多彩的个性需求,不仅可根据不同年龄段制订个性化的营养配方,而且还可使3D食物打印成为懒人和特殊人群的果腹之道。

2.4 食品3D打印的应用前景

中国目前3D打印虽然还处于产业化的初级阶段,但行业发展形势良好,在设备、材料、软件等核心领域可以不同程度实现自给^[11,12],在文化创意、工业及生物医学等领域得到应用。3D打印是一个发展快速且市场潜力巨大的新兴行业。据世界3D打印技术产业联盟秘书长、中国3D打印技术产业联盟执行理事长罗军^[13]预测,未来3~5年将是3D打印技术最为关键的发展机遇期,如果推进顺利,到2016年产值将达百亿元人民币。

随着3D打印技术的不断成熟和完善,以及越来越多的消费者对3D食品打印的好奇和热衷,3D食品打印技术有望走入消费者的日常生活,也有可能帮助人类解决未来即将面临的食品危机^[14-16]。胡迪·利普森等^[17]认为,利用3D食品打印技术未来可以实现自身量化饮食,如糖尿病患者可以上传血糖数据,然后用软件计算出下一餐的营养均衡食谱,并将食谱发送给厨房里的3D食品打印机,实现合理饮食,再也不必担心饮食不合理带来的肥胖困扰。同时,数字

烹饪技术还可以烹饪出传统烹饪技术无法得到的口味以及形状;可以将食品3D打印技术和3D扫描技术相结合,制作出更加具有特色的新产品^[18],例如可以扫描并打印出带有新郎、新娘头像的糖果、巧克力等礼品用以赠送亲友。

2.5 食品3D打印面临的挑战

虽然3D食品打印技术已取得了初步的成功,但要得到更广泛的推广应用,还需克服几项挑战:

(1) 安全性:因3D食品打印机打印出来的每件产品都是用来食用的,必须保证其安全性。因此,必须保证3D食品打印机的各个技术环节以及打印所选用的相关食材都是安全的。

(2) 成本和速度:3D食品打印效率低,成本相对较高,批量化、规模化生产受到限制,这与普通食品生产方式相比存在不小的劣势。但这一劣势会随着劳动力成本的不断攀升而消失;另外,在一些个性化、造型复杂的食品生产中,3D打印成本反而会更低。

(3) 口感:3D食品打印机打印出来的产品必须味道适宜,才能被大众所接受。因此,如何保证各类食材在穿过机器之后,仍能满足人类的味蕾,将是食品科学家们考虑的另一个重要问题。

(4) 材料的限制:3D打印适合打印液体、糊状或粉状的食材,这就必须将人类通常食用的鱼、肉、蔬菜等食材变成糊状才能实施打印。目前仅适应以浆料状等原料打印的食品,如糕点、糖果等,餐桌上的绝大多数菜肴还难以打印出来,这无疑会限制食品3D打印的应用。

除此之外,面对打印出来的食物是否可以放心食用的疑问,还需解决或打破大众的心理障碍,使得更多的消费者愿意接受3D打印的食物。

上述困难并未影响3D打印研究者和愿意采用新技术制作美食的美食家对3D食品打印的大胆构想和尝试^[19]。马塞洛·科埃略和杰米·英根伯^[17]领导的团队创造了“科纳科皮亚”概念,为未来家庭构思了4款打印机,分别是数字巧克力机、数字加工器、机器人厨师和专业搅拌器等。

3 结语

随着食品3D打印的快速发展,各种各样的食品3D打印机将逐渐开发出来。未来蛋糕店的蛋糕将不是由糕点师手工制作,而是由3D打印机打印出来的,这在劳动力成本越来越高的今天将极具吸引力。未来3D食品打印机将真正走进厨房,并与网络连接,人们“下班前发出指令消息,回家后享用美味晚餐”的美好设想终将变为现实。

参考文献

- 1 王雪莹. 3D打印技术与产业的发展及前景分析[J]. 中国高新技术企业, 2012(26): 3~5.
- 2 王忠宏, 李扬帆, 张曼因. 中国3D打印产业的现状及发展思路[J]. 经济纵横, 2013(1): 90~93.

- 3 乔益民,王家民. 3D打印技术在包装容器成型中的应用[J]. 包装工程,2012,33(22):68~72.
- 4 陈妮. 3D打印技术在食品行业的研究应用和发展前景[J]. 农产品加工(学刊),2014(8):57~60.
- 5 Terry Wohlers. Wohlers Report 2012[C]//Additive manufacturing and 3D printing state of the industry. Annual worldwide progress report. Colorado: Wohlers Associates, Inc, 2012: 125~149.
- 6 Valero-Gomez A, Gonzalez-Gomez J, Almagro M, et al. Boosting mechanical design with the C++ OOML and open source 3D printers[C]. 2012 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Marrakech, Morocco:[s. n.], 2012:1~7.
- 7 Warnke P H, Seitz H, Warnke F, et al. Ceramic scaffolds produced by computer assisted 3D printing and sintering; Characterization and biocompatibility investigations [J]. Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials, 2010, 93(1):212~217.
- 8 Shivangi Kelkara, Scott Stellaa, Carol Bousheyb, et al. Developing novel 3D measurement techniques and prediction method for food density determination[C]// 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11), ATHENS - GREECE. [S. l.]: [s. n.], 2011:483~491.
- 9 Gong Jin, Shitara Mariko, Serizawa Ryo, et al. 3D printing of meso-decorated gels and foods[J]. Materials Science Forum, 2014, 783~786:1 250~1 254.
- 10 翟振武,张现苓,靳永爱. 立即全面放开二胎政策的人口学后果分析[J]. 人口研究,2014,38(2):3~16.
- 11 杨恩泉. 3D打印技术对航空制造业发展的影响[J]. 航空科技技术,2013(1):13~17.
- 12 贺超良,汤朝晖,田华雨,等. 3D打印技术制备生物医用高分子材料的研究进展[J]. 高分子学报,2013(6):722~732.
- 13 王月圆,杨萍. 3D打印技术及其发展趋势[J]. 印刷杂志,2013(4):10~12.
- 14 Avelino S R, Silva L F O, Miosso C J. Use of 3D-printers to create Intensity-Modulated Radiotherapy Compensator Blocks [C]// 34th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). San Diego, California, USA: [s. n.], 2012:5 718~5 721.
- 15 Periard Dan, Schaal Noy, Schaal Maor, et al. Printing food[C]// 18th Solid Freeform Fabrication Symposium (SFF 2007). Austin, TX, USA: [s. n.], 2007:564~574.
- 16 黄健,姜山. 3D打印技术将掀起“第三次工业革命”[J]. 新材料产业,2013(1):62~67.
- 17 (美)胡迪·利普森,梅尔芭·库曼. 3D打印——从理想到现实[M]. 赛迪研究院专家组,译. 北京:中信出版社,2013:88~93
- 18 王忠宏,李扬帆. 3D打印产业的实际态势、困境摆脱与可能走向[J]. 产业经济,2013(8):29~36.
- 19 Millen Caleb, Gupta Gourab Sen, Archer Richard, et al. Investigations into colour distribution for voxel deposition in 3D food formation[C]// International Conference on Control, Automation and Information Sciences (ICCAIS 2012). Ho Chi Minh City, Vietnam: [s. n.], 2012: 202~207.
- (上接第154页)
- 11 杨福馨,郭筱虹. 鲜菇的保鲜研究[J]. 食品与机械,2000(2):16~17.
- 12 李忠海,敖常伟,钟海雁. 松乳菇菌丝体固体平板培养的研究[J]. 食品与机械,2006,22(3):11~13.
- 13 彭凯文,宁正祥. 食用菌的深层发酵培养及其应用[J]. 食品与机械,1995(6):34~35.
- 14 Zhang An-qiang, Xiao Nan-nan, He Peng-fei, et al. Chemical analysis and antioxidant activity in vitro of polysaccharides extracted from Boletus edulis[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2011, 49(5): 1 092~1 095.
- 15 Borchers Andrea, Keen Carl L, Gershwin M Eric. Mushrooms, tumors, and immunity: an update[J]. Experimental Biology and Medicine, 2004, 229(5): 393~406.
- 16 Ben-Zion Zaidman, Majed Yassin, Jamal Mahajna, et al. Medicinal mushroom modulators of molecular targets as cancer therapeutics [J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2005, 67(4): 453~468.
- 17 金乾坤,李晓东,李树锦,等. 食用菌的抗突变研究现状[J]. 食品工业,2013,34(7):182~184.
- 18 谭卫东,金红,罗弟祥,等. 抗肿瘤药物筛选中MTT法和SRB法的比较[J]. 天然产物研究与开发,1999,11(3):17~22.
- 19 李霞,杨红. 食用菌在功能食品中的优势[J]. 吉林师范大学学报(自然科学版),2004(4):70~71.
- 20 余传林,朱正光,雷林生,等. 灵杆菌多糖抗肿瘤及抗免疫抑制作用的研究[J]. 南方医科大学学报,2009,29(10):2 133~2 134.
- 21 罗崇彬. 消癌平片抗突变和抗肿瘤作用研究[J]. 现代医院,2007,7(9):31~32.
- 22 肖国丽,赵学军,刘卫海,等. 新藤黄酸对S180细胞株的体内外抗肿瘤作用[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(13):193~197.
- 23 李玉萍,曾宪伟,叶军,等. 马齿苋活性成分体内外抗癌作用的初步筛选[J]. 时珍国医国药,2009,20(11):2 726~2 728.
- 24 李梦媛,刘伟,吕岫华,等. 5种中药有效部位的抗肿瘤作用[J]. 中华中医药杂志,2012,27(1):2 830~2 834.
- 25 Finimundy T C, Gambato G, Fontana R, et al. Aqueous extracts of Lentinula edodes and Pleurotus sajor-caju exhibit high antioxidant capability and promising in vitro antitumor activity [J]. Nutrition Research, 2013, 33(1): 76~84.
- 26 Jong Seok Lee, Eock Kee Hong. *Hericium erinaceus* enhances doxorubicin-induced apoptosis in human hepatocellular carcinoma cells[J]. Cancer Letters, 2010, 297(2): 144~154.
- 27 章慧,冯娜,张劲松,等. 灵芝子实体超临界CO₂萃取物与醇提物生物活性的比较[J]. 食品工业科技,2013,34(5):76~79.
- 28 李宜明,沈业寿,季俊虬,等. 桑黄菌质多糖体外抑癌及抗环磷酰胺致突变的作用[J]. 中国科学技术大学学报,2006,36(7):700~703.
- 29 刘奔,钟民涛,王晓丽,等. 香菇菌C91-3凋亡相关蛋白24414对人肺癌细胞A549凋亡作用及其机制的研究[J]. 中华肿瘤防治杂志,2012,19(6):428~431.