

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G06F 9/445

A23L 1/01 A47J 27/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01126933.2

[43] 公开日 2003 年 4 月 9 日

[11] 公开号 CN 1409212A

[22] 申请日 2001.9.29 [21] 申请号 01126933.2

[71] 申请人 张晓林

地址 200060 上海市江宁路 1415 弄 16 号楼
1806 室

共同申请人 张光荣

[72] 发明人 张晓林 张光荣

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

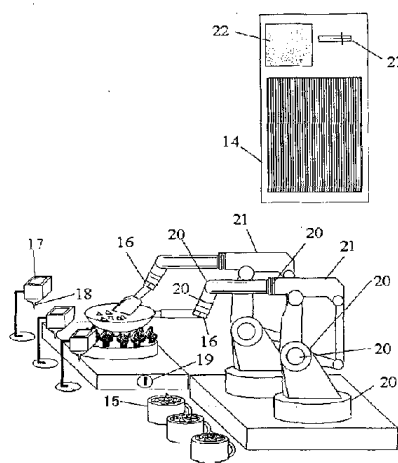
代理人 文 琦

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 12 页

[54] 发明名称 自动烹调方法及系统

[57] 摘要

本发明提供了一种自动烹调方法和系统，它是将烹调师烧菜的动作录制后进行画像处理(或实时处理)，通过对烹调师使用的锅和铲烹调器具中三个特殊标志点的坐标的计算，从而计算出烹调师烧菜过程中的锅和铲的运动轨迹。然后，根据烹调师烧菜过程中使用的主料和调料量和加料时间及锅和铲的运动轨迹编制出相应的烧菜程序。然后，本发明的机械操作装置中的机械臂根据上述程序中的信号指令模仿烹调师的烧菜动作，烧出烹调师所烧的菜。本发明由于能通过记录装置将烹调师的炒菜动作过程记录下来并编成程序，然后使相应的机械操作装置来完成烹调师的炒菜动作，使得餐馆或家庭只要拥有程序及机械操作装置就可容易吃到名厨炒的菜，不仅便于名菜推广，也方便更多人享用。



1. 一种自动烹调方法,其特征在於它包括如下步骤:
 - 1) 记录烹调师准备的各种烹调主料和辅料的品种和数量;
 - 2) 测量所用烹调器具的运动轨迹;
 - 3) 测量烹调师所加上述主料和辅料的量以及加料的时间;
 - 4) 记录并测量烹调师对炉灶火力大小的调节及其调节时间;
 - 5) 将上述测量数据编制成反应烹调师工作过程的自动烹调系统的操作程序;
 - 6) 将上述操作程序装入自动烹调系统和中央处理装置,使该装置按照上述操作程序重复完成并对相应的烹调过程进行完善。
2. 如权利要求 1 所述的自动烹调方法,其特征在於,测量其所用烹调器具的运动轨迹是通过摄像机摄下烹调的全过程,并通过计算机的画像处理算出烹调器具的特殊标志点的轨迹得到的。
3. 如权利要求 1 所述的自动烹调方法,论其特征在於,记录主料的入锅时间是通过烹调器具的运动轨迹确定的。
4. 如权利要求 1 所述的自动烹调方法,其特征在於所述测量烹调师所加各调料的量及加料时间是在各调料的容器下面装有电子秤,该电子秤测量的重量电信号通过模数转换器(A/D)输入到计算机中,而时间则通过计算机中的电子计时装置自动纪录下信号的到达时间的。
5. 如权利要求 1 所述的自动烹调方法,其特征在於记录烹调师对炉灶火力大小的调节量及其相应的调节时间是用转角传感器测量出厨师调节炉灶的旋钮的旋转角度,温度由装在锅上的热电偶等温度测量装置测量出来的,而其调

画出烹调器具上数个测量点的轨迹的画像装置；

8. 如权利要求 6 所述的自动烹调系统，其特征在于调料记录装置包括设置在调料器下的电子秤，以及将电子秤的电子信号变成数字信号的模数转换器（A/D）；
9. 如权利要求 6 所述的自动烹调系统，其特征在于，火力记录装置包括可对烹调器具的开关的转角进行测量的转角传感器及开关调节的时间进行测量的电子计时装置。
10. 如权利要求 6 所述的自动烹调系统，其特征在于所述机械臂装置包括接收所述控制器中根据操作程序中表达的反映烹调抓铲动作的信号并根据信号完成动作的抓铲机械臂，以及接收控制器中根据操作程序表达的反映烹调师抓锅动作的信号并根据该信号完成动作的抓锅机械臂。
11. 如权利要求 6 所述的自动烹调系统，其特征在于，所述烹调器具控制装置，采用步进马达来直接驱动烹调器具；
12. 如权利要求 6 所述的自动烹调系统，其特征在于，所述调料供给装置采用步进马达来直接驱动调料供给；
13. 如权利要求 10 所述的自动烹调系统，其特征在于所述抓机械臂和抓锅机械臂由步进马达驱动。

节时间是由计算机根据转角信号的变动自动记录下来的。到用相应的电子计时装置测量。

6. 一种自动烹调系统，其特征在于它包括烹调师操作程序记录装置和根据记录的操作程序进行烹调操作的机械操作装置，其中所述记录装置包括：

- 1) 记录烹调师准备的各种主料和辅料的品种和数量的主辅料记录装置；
- 2) 记录主料和辅料的入锅时间的主辅料记时装置；
- 3) 测量所用烹调器具的运动轨迹的器具轨迹测量装置；
- 4) 记录并测量烹调师对炉灶火力大小的调节量及其相应的调节时间的火力记录装置；
- 5) 将上述测量和记录的数据进行处理并编制成相应的烹调师操作程序的程序编制装置。

所述机械操作装置包括：

- 1) 装有上述烹调师操作程序的控制器；
 - 2) 与烹调器具相连接接收上述控制器中根据操作程序表达的反映烹调师动作的信号来完成烹调动作的机械臂；
 - 3) 与炉灶相连，接收上述控制器中根据操作程序表达的反映相应时间的烹调师对炉灶火力大小的信号进行调节的火力控制装置；
 - 4) 与主料和辅料供给装置相连，接收上述控制器中根据操作程序表达的反映烹调师供给主料和辅料的品种、数量及时间信号并完成供给的主料和辅料供料控制装置。
7. 如权利要求 6 所述的自动烹调系统，其特征在于，器具轨迹测量装置包括可摄下烹调的全过程摄像机及对摄录的轨迹进行画像处理，从而测

自动烹调方法及系统

技术领域

本发明涉及自动烹调方法及系统，特别涉及通过对烹调大师的示范过程进行记录，然后通过相应的装置(系统)将烹调大师的示范应用在具体的烹调中的方法及系统。

背景技术

现在的菜都是由烹调师一个个亲自做成的，特别是好的菜只有好的烹调师亲自做才成。这样一来，如果烹调师不能到某餐馆或家庭，该餐馆或家庭就不能做出这种好的菜肴来。中国菜是中国文化的一部分，有许多帮派，每一个帮派有许多著名的烹调师。过去往往是通过师傅传教，但是，这种传教，范围受到很大限制，不能在较大的范围使许多人享受到烹调大师的名菜，不能很好满足社会需求。

本发明的目的是提供将烹调大师的烹调技术广泛推广的自动烹调方法及其系统。

发明内容

为了实现本发明的一个目的，本发明提供的自动烹调方法包括如下步骤：

- 1) 记录烹调师准备的各种烹调主料和辅料的品种和数量；以及主料的加工方法和形状。
- 2) 测量所用烹调器具的运动轨迹；
- 3) 测量烹调师所加上述主料和辅料的量以及加料的时间；
- 4) 记录并测量烹调师对炉灶火力大小的调节及其调节时间；
- 5) 将上述测量数据编制成反应烹调师工作过程的自动烹调系统的操作程序；
- 6) 将上述操作程序装入自动烹调系统和中央处理装置，使该装置按照上述操作程序重复完成并对相应的烹调过程进行完善。

进一步，为了实现本发明的目的，本发明提供的自动烹调系统包括烹调

师操作程序记录装置和根据记录的操作程序进行烹调操作的机械操作装置，其中所述记录装置包括：

- 1) 记录烹调师准备的各种主料和辅料的品种和数量的主辅料记录装置；
- 2) 记录主料和辅料的入锅时间的主辅料记时装置；
- 3) 测量所用烹调器具的运动轨迹的器具轨迹测量装置；
- 4) 记录并测量烹调师对炉灶火力大小的调节量及其相应的调节时间的火力记录装置；
- 5) 将上述测量和记录的数据进行处理并编制成相应的烹调师操作程序的程序编制装置。

所述机械操作装置包括：

- 1) 装有上述烹调师操作程序的控制器；
- 2) 与烹调器具相连，接收上述控制器中根据操作程序表达的反映烹调师动作的信号来完成烹调动作的机械臂；
- 3) 与炉灶相连，接收上述控制器中根据操作程序表达的反映相应时间的烹调师对炉灶火力大小的信号进行调节的火力控制装置；
- 4) 与主料和辅料供给装置相连，接收上述控制器中根据操作程序表达的反映烹调师供给主料和辅料的品种、数量及时间信号并完成供给的主料和辅料供料控制装置。

本发明由于能通过记录装置将烹调师的炒菜动作过程记录下来并编成程序，然后使相应的机械操作装置来完成烹调师的炒菜动作，使得餐馆或家庭只要拥有程序及机械操作装置就可容易吃到名厨炒的菜，不仅便于名菜推广，也方便更多人享用。

图 1 为烹调师进行烹调示范的示意图。

图 2 是自动烹调系统的机械操作装置的示意图。

图 3 是基础坐标、摄像机镜头坐标和烹调器具坐标的设定图。

图 4 是摄像机坐标中特殊点的位置图。

图 5 是摄像机接收膜中特殊点的坐标位置图。

图 6 是计算特殊标志点在基础坐标中的位置图。

图 7 是机械臂运动轨迹计算方框图。

图 8 是机械臂的运动学模型图。

图 9 是自动烹调系统的机械操作装置的全部部件的运动学模型图。

图 10 是厨师示范过程进行记录的记录装置的电路图。

图 11 是自动烹调系统的机械操作装置的电路图。

图 12 是机械臂控制系统方框图。

下面结合附图对本发明的实施例进行详细描述。

具体实施方式

图 1 为烹调师进行烹调示范的示意图。如图所示，数只例如 3 只主料容器 8 是用来装烧菜的主要原料即主料。二台摄像机 1 记录烹调师 13 烧菜的全过程，该摄像机 1 接收到的烹调师烧菜的图像信号输入到计算机 3，计算机 3 通过图像处理，测量并计算出烹调器具锅 10 和铲 11 上的各特殊标志 P 在运动过程中的坐标位置（参见图 3），从而算出锅 10 和铲 11 的运动轨迹。数只例如 4 只辅料容器 6 分别装有油、盐、酱、醋等烧菜用的调料。在每只辅料容器 6 下装有电子秤 7，该电子秤测量到的所加各辅料的量的电信号，在测量辅料量的同时，也记录下加辅料的时间。通过模数电路板（A/D 电路板）9 变成数字信号输入到计算机 3（参见图 10），这样，所加各辅料的量及加料的时间的数据则存入到计算机 3。设置在炉灶 4 的转角传感器可测出炉灶转角开关 5 的转动角度，记录下烹调师 13 对炉灶火力大小的调节量，同时也记录下调节的时间，也可以用装在锅上的热电偶温度计测量锅的温度的方法来调节火力的大小，该信号也输入到计算机 3 中。用红外线传感器 12（也可用接触式开关等）则记录主料入锅时间。

图 2 是自动烹调系统的机械操作装置的示意图。如图所示，本发明是利用两只或两只以上机械臂及附属装置构成机械操作装置。该自动烹调系统包括数只例如 3 只排出量可编程的辅料容器 17 及装在其下的程控漏斗 18，可根据程序的操作指令控制添加烧菜的调料。二只装在 6 个自由度的机械臂 21 上的机械手 16，其中，20 为机械臂的关节。有数个例如 3 个其装有烧菜主料的可被机械手 16 抓取的主料容器 15，机械手 16 可根据程序的操作指令抓取主料容器 15 并倒出烧菜主料。炉灶的火力控制器 19 可根据程序的操作指令控制炉灶的火力。中央控制器 14 包括外部存储器 21 和显示器 22。操作程序的

软盘插入到中央控制器 14(或从网络)将操作程序传入到中央控制器 14。只要按操作程序的要求准备好烧菜主料和调料,启动操作程序,机械手 16 即可自动进行烹调。

图 3 是基础坐标、摄像机镜头坐标和烹调器具坐标的设定图。通过设定,可根据编制的操作程序对机械臂操作目标轨道进行计算。因为在自动烹调系统中要将固定两只机械臂的固定台上的两只机械臂的中间点设定为基础坐标系,并且和炉灶中心有固定的相对距离位置,所以在记录装置中也要将该点设定为基础坐标系,用 Σ_b 表示。如图 3 所示,在左右摄像机 1 的镜头中心点上设定两个摄像机坐标系,两摄像机的位置和基础坐标位置有固定的关系,摄像机坐标系用 Σ_{cl} 、 Σ_{cr} 表示(参见图 4)。烹调器具锅 10 和铲 11 的柄头上设定为两个运动坐标系,用 Σ_g 、 Σ_q 表示。上述锅和铲的坐标和固定在它们上面的各 3 个特殊标志 P(同样色彩的小球)有固定的位置关系。通过摄像机 1 摄下的图象算出特殊标志对于摄像机坐标的位置,然后计算出 Σ_g 、 Σ_q 相对基础座标 Σ_b 的位置。以下介绍具体算法。

参见图 4,先以某一个特殊标志为例进行计算。图中,23 为摄像机 1 的图像接受膜,24 为摄像机镜头,P 代表某个特殊标志。将左右摄像机 1 轴心线 cr 和 cl 保持平行,且镜头对齐。镜头中心点 O_{cl} 和 O_{cr} 作为坐标原点,将它们连成一直线,作为摄像机的 Y 轴(左摄像机的 Y 轴为 Y_{cl} ,右摄像机的 Y 轴为 Y_{cr}),两摄像机的轴心线为 X 轴,则左右摄像机的 X 轴为 X_{cl} , X_{cr} 。而左摄像机的 X_{cl} 轴和 Y_{cl} 轴组成的平面和右摄像机的 X_{cr} 轴和 Y_{cr} 轴组成的平面是同一个平面,即左右摄像机在同一个平面上。左右摄像机的(Z_{cl} , Z_{cr})轴都垂直於这个平面,将这个平面叫做 Z 平面。要求左摄像机的 Y_{cl} 轴和 Z_{cl} 轴组成的平面和右摄像机的 Y_{cr} 轴和 Z_{cr} 轴组成的平面也在同一个平面上,即左右摄像机镜头对齐。则左摄像机的 Z_{cl} 轴和 X_{cl} 轴组成的平面和右摄像机的 Z_{cr} 轴和 X_{cr} 轴组成的平面是两个相互平行的平面,两平面的距离是 w,这也就是两个原点 O_{cl} , O_{cr} 的距离。图中的 P 点在某一瞬间到各平面的距离也就是在左右摄像机坐标中的位置可用 $({}^{cl}X_p, {}^{cl}Y_p, {}^{cl}Z_p, {}^{cr}X_p, {}^{cr}Y_p, {}^{cr}Z_p)$ 表示,P 点到 Z 平面的投影点为 P_z ,连接 PO_{cl} , PO_{cr} , 和 P_zO_{cl} , P_zO_{cr} , 将 PO_{cl} 和 P_zO_{cl} 的夹角称为 ${}^{cl}\theta_{py}$, 将 PO_{cr} 和 P_zO_{cr} 的夹角称为 ${}^{cr}\theta_{py}$, 将 P_zO_{cl} , 和 X_{cl} 的夹角称为 ${}^{cl}\theta_{pz}$,

将 $P_z O_{cr}$ 和 X_{cr} 的夹角称为 ${}^{cr}\theta_{Pz}$ ，它们的关系可通过下列式子算出。
式中的 cl ， cr 表示左右摄像机坐标系。

$${}^{cr}x_P \tan {}^{cr}\theta_{Pz} = {}^{cr}y_P$$

$${}^{cl}x_P \tan {}^{cl}\theta_{Pz} = {}^{cl}y_P$$

$$\therefore {}^{cl}x_P = {}^{cr}x_P \quad {}^{cl}y_P + {}^{cr}y_P = w$$

$${}^{cr}x_P \tan {}^{cr}\theta_{Pz} + {}^{cr}x_P \tan {}^{cl}\theta_{Pz} = w$$

$${}^{cr}x_P = {}^{cl}x_P = w(\cot {}^{cr}\theta_{Pz} + \cot {}^{cl}\theta_{Pz})$$

$${}^{cr}y_P = {}^{cr}x_P \tan {}^{cr}\theta_{Pz} \quad {}^{cl}y_P = {}^{cl}x_P \tan {}^{cl}\theta_{Pz}$$

$${}^{cr}z_P = {}^{cl}z_P = {}^{cl}x_P \frac{1}{\sin {}^{cl}\theta_{Pz}} \tan {}^{cl}\theta_{Py}$$

图 5 表示如何用右摄像机摄得的图象接受膜画面中的 ${}^{sr}P$ 点的位置 (${}^{sr}x_P$, ${}^{sr}y_P$) (单位要由像素换算成 mm, 不同的摄像机换算比例不同) 求出转角 (${}^{cr}\theta_{Py}$, ${}^{cr}\theta_{Pz}$)。 sl , sr 为左右摄像机图像接受膜平面坐标系, 1 为图象接受膜与镜头间的距离。

求转角算式如下:

$${}^{cr}\theta_{Pz} = -\tan^{-1} \frac{{}^{sr}x_P}{l}$$

$${}^{cr}\theta_{Py} = -\tan^{-1} \frac{{}^{sr}y_P \cos {}^{cr}\theta_{Pz}}{l}$$

图 6 表示如何用锅的 3 个特殊点的坐标 (${}^bP_{g1}$, ${}^bP_{g2}$, ${}^bP_{g3}$) 算出锅的坐标系 Σ_g 相对于基础坐标系 Σ_b 的位置 (bP_g) 和姿势 (bR_g)。锅的位置和姿势行列式 (bT_g)，右侧机械臂的运动轨迹由下式算出：

$${}^bP_{g1} = [{}^bx_{g1}, {}^by_{g1}, {}^bz_{g1}]$$

$${}^bP_{g2} = [{}^bx_{g2}, {}^by_{g2}, {}^bz_{g2}]$$

$${}^bP_{g3} = [{}^bx_{g3}, {}^by_{g3}, {}^bz_{g3}]$$

$${}^bT_g = \begin{bmatrix} {}^bR_g & {}^bP_g \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^bT_g = \Lambda_g ({}^bP_{g1}, {}^bP_{g2}, {}^bP_{g3})$$

式中 b 为基础坐标系。 ${}^bx_{g1}$ 表示锅上的 P_1 点在基础坐标 Σ_b 上对 y_b-z_b 平面的距离，因摄像机坐标和基础坐标有固定的关系，所以可以通过坐标变换，由 $({}^{cr}x_p, {}^{cr}y_p, {}^{cr}z_p)$ 求得， ${}^by_g, {}^by_{g1}$ 也可以通过 $({}^{cr}x_p, {}^{cr}y_p, {}^{cr}z_p)$ 求得。式中 Λ_g 为线性代数函数式， Λ_g 的具体计算式因各特殊点坐标及锅的坐标系的设定而异，且有固定的算法，一般技术人员根据上面的计算方法就可以算出来。这里省略。以上的计算结果表示在图 7 的方框图上，而计算过程在图 7 中描述如下： P_1, P_2, P_3 三个特殊点在一个周期内的位置和姿势变化轨迹，由摄像机接受膜坐标经摄像机坐标转换到基础坐标，再经过线性代数处理，将三个点总合成一个位置和姿势的矩阵 ${}^bT_g(k)$ ， k 为采样周期数。

参见图 7，插入“其他动作信号”，是表示取料及调节炉灶火力等动作。因这些动作是由始点和终点两点来决定，计算较为简单，一般技术人员很容易

计算, 此处省略。 Λ_r 为右机械臂的运动学函数式, 每个机械臂都有一个特定的运动学函数式。 $\theta_r(k)$ 为右机械臂各关节的转角矢量(也即目标轨道)。左机械臂各关节的转角矢量的计算过程和右侧相同, 这里省略。铲的计算和锅的计算相同, 也省略。

因为通过画像处理所要识别的只是一些特定的标志, 所以画像处理也可用一般的图象识别法或哈佛变换来计算各标志的位置, 此处不详述。另外, 这里讲述的方法, 也可用一般机械臂常用的直接教示法来代替, 也可用磁场法来代替, 但本法能保证细腻、周到、准确。当然, 在实际工作中, 这几种方法可以相互补充。上述计算和操作程序的编制由计算机完成。画像处量过程可和摄像机的摄录过程同时进行, 也可以先将摄录过程完成后再进行画像处理。

图 8 是自动烹调系统的机械臂的构造及运动学模型图。参见图 8, 由于烹调操作需要机械臂能任意动作, 所以本发明的机械操作装置是采用二台 6 个自由度的机械臂。这种机械臂的构造和一般工业用机械臂的构造一样。图中 $\theta_{0l}, \theta_{1l} \cdots \theta_{5l}$ 和 $\theta_{0r}, \theta_{1r} \cdots \theta_{5r}$ 表示两个机械手的各 6 个关节的转角。

图 9 是自动烹调系统的机械操作装置的全部部件的运动学模型图。坐标系统的设定如下: 锅和锹的坐标系 (Σ_g, Σ_q) 和基础坐标系 Σ_b 的设定与厨师操作记录装置中的坐标相同。主料容器 15 的坐标系 $\Sigma_{v1}, \Sigma_{v2} \cdots \Sigma_{vn}$ 设定在机械手抓握之处, 辅料容器 17 的坐标系 $\Sigma_{f1}, \Sigma_{f2} \cdots \Sigma_{fn}$ 设定在接料时锅柄的坐标处。机械手在抓握主料容器 15 的主料或接取辅料容器 17 的调料时, 只须将机械手坐标与这些坐标重叠即可。炉灶燃气开关由计算机程控马达控制。

图 10 是厨师示范过程进行记录的记录装置的电路图。参见图 1 和图 10, 摄像机 1 与图像处理电路板 2 相连, 它将记录到的烹调师 13 示范的烧菜的动作的图像信号经过图像处理电路板 2, 再输入到计算机 3 中, 炉灶的带转角传感器的燃气开关 5 与模数电路板 (A/D 电路板) 9 相连, 它将烹调师炒菜所选的开关大小 (火力大小) 信号记录下来输入到模数电路板 9, 再输入到计算机 3 中, 辅料容器 6 带有电子秤 7, 烹调师所用的辅料的变化量由电子秤 7 记录出, 数据经过模数电路板 9 再输入到计算机 3 中。主料容器 8 带有二极管红外传感器 12, 该二极管红外传感器与另一模数电路板 9 相连, 它将测到

的主料入锅时间信号输入到该模数电路板 9 再输入到计算机 3 中。根据上述数据人工编制一简单程序模块，再采取上面计算到的结果，计算机 3 有一套现成的程序，加上人工编制的程序模块，就可编制成反映烹调师烧某一菜的动作的操作程序。当然，根据具体要求，可对程序作必要的调整。

图 11 是自动烹调系统的机械操作装置的电路图。在自动烹调系统的操作程序插入中央控制器的计算机 33 后，系统开动，计算机 33 将操作程序的辅料用量控制信号通过脉冲发生器电路板 22 输入到步进马达驱动器 23，于是步进马达驱动器 23 驱动辅料容器 17 的程控漏斗 18 的步进马达，使辅料加到锅中。计算机 33 将操作程序的控制燃气（火力）大小的控制信号，也通过脉冲发生器电路板 22，输入到相应的步进马达驱动器 23，该步进马达驱动器 23 去控制程控燃气开关的步进马达从而控制炉灶火力大小。计算机 33 经操作程序来控制机械手 16 去抓取主料容器和倒出主料的动作信号通过脉冲发生器电路板 24，输入到步进马达驱动器 25 中，由步进马达驱动器 25 来控制机械手 16 完成抓主料容器和倒料的动作。而机械臂各关节的运动和炒菜的动作，由计算机通过模数电路板（A/D）26 把控制信号输入到驱动器 27 中，该驱动器 27 控制机械臂各关节 20 的马达，进行运动控制，完成相应的烧菜动作。机械臂马达转角传感器的转角信号，通过放大器 29 放大后输入计数电路板 28，将机械臂 21 运动的反馈信号送入计算机 3

3，从而对机械臂 21 的动作进行修正。机械臂通过这套系统，可按照操作程序来完成烧菜操作过程。

图 12 是机械臂控制系统方框图。图中 $\theta_r(k)$ 为右侧机械臂的操作记录系统求出的目标轨道（图 7 中的输出值），左侧也相同。此方框图是一般控制机械臂用的 PID 控制系统方框图，有了目标轨道之后，每个机械臂就可通过图 12 进行控制，所以， $\theta_{ro}(k)$ 为机械臂各关节的实际转角， $\dot{\theta}_{ro}(k)$ 为机械臂各关节的角速度，用以反馈控制机械臂各关节避免过调节，这反馈是机械臂本身决定的。

从上面的描述可以看出，本发明的实质是将烹调师烧菜的动作录制后进行画像处理（或实时处理），通过对烹调师使用的锅和铲烹调器具中三个特殊标

志点的坐标的计算，从而计算出烹调师烧菜过程中的锅和铲的运动轨迹。然后，根据烹调师烧菜过程中使用的主料和调料量和加料时间及锅和铲的运动轨迹编制出相应的烧菜程序。然后，本发明的机械操作装置中的机械臂根据上述程序中的信号指令模仿烹调师的烧菜动作，烧出烹调师所烧的菜。

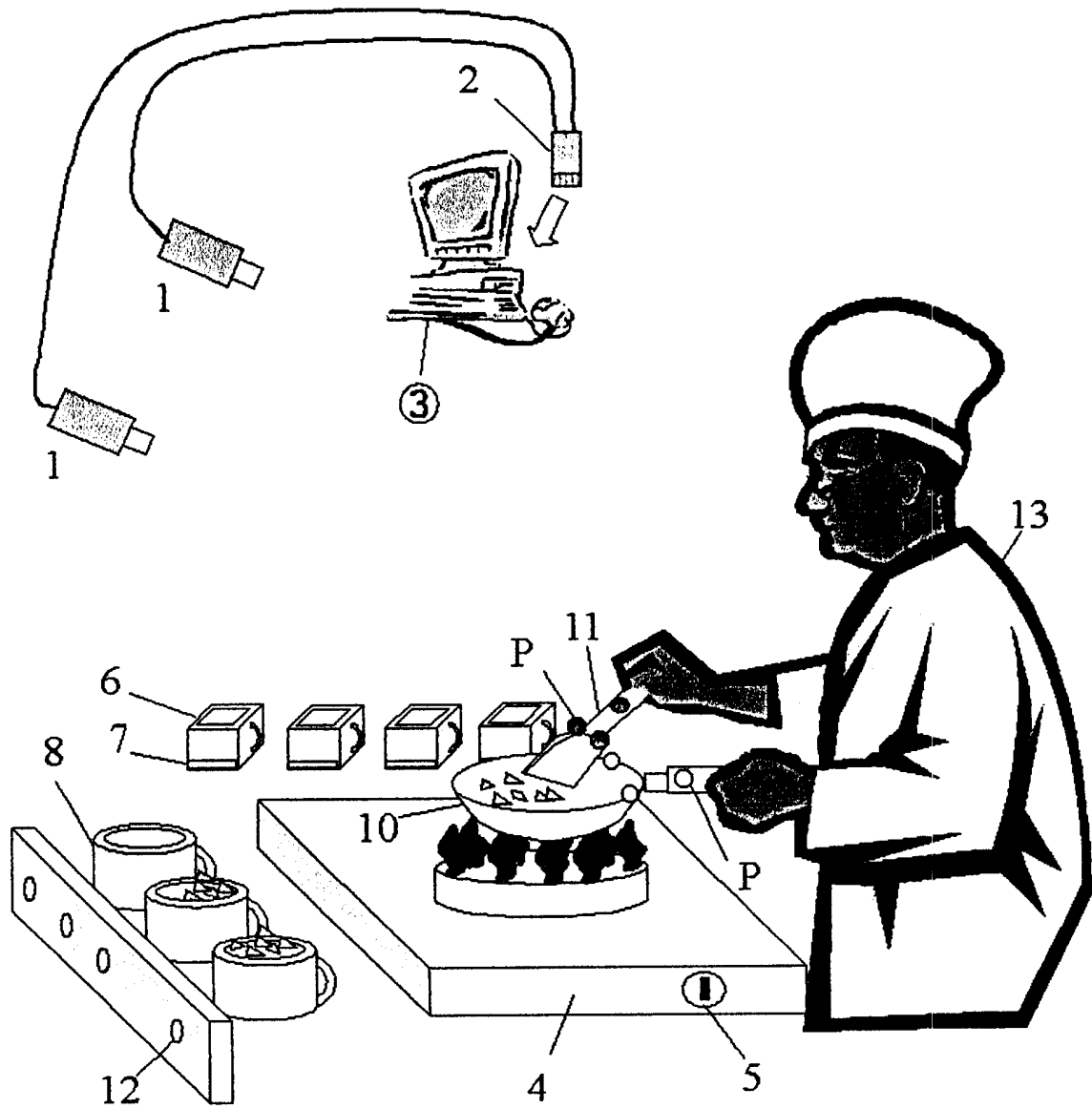


图 1

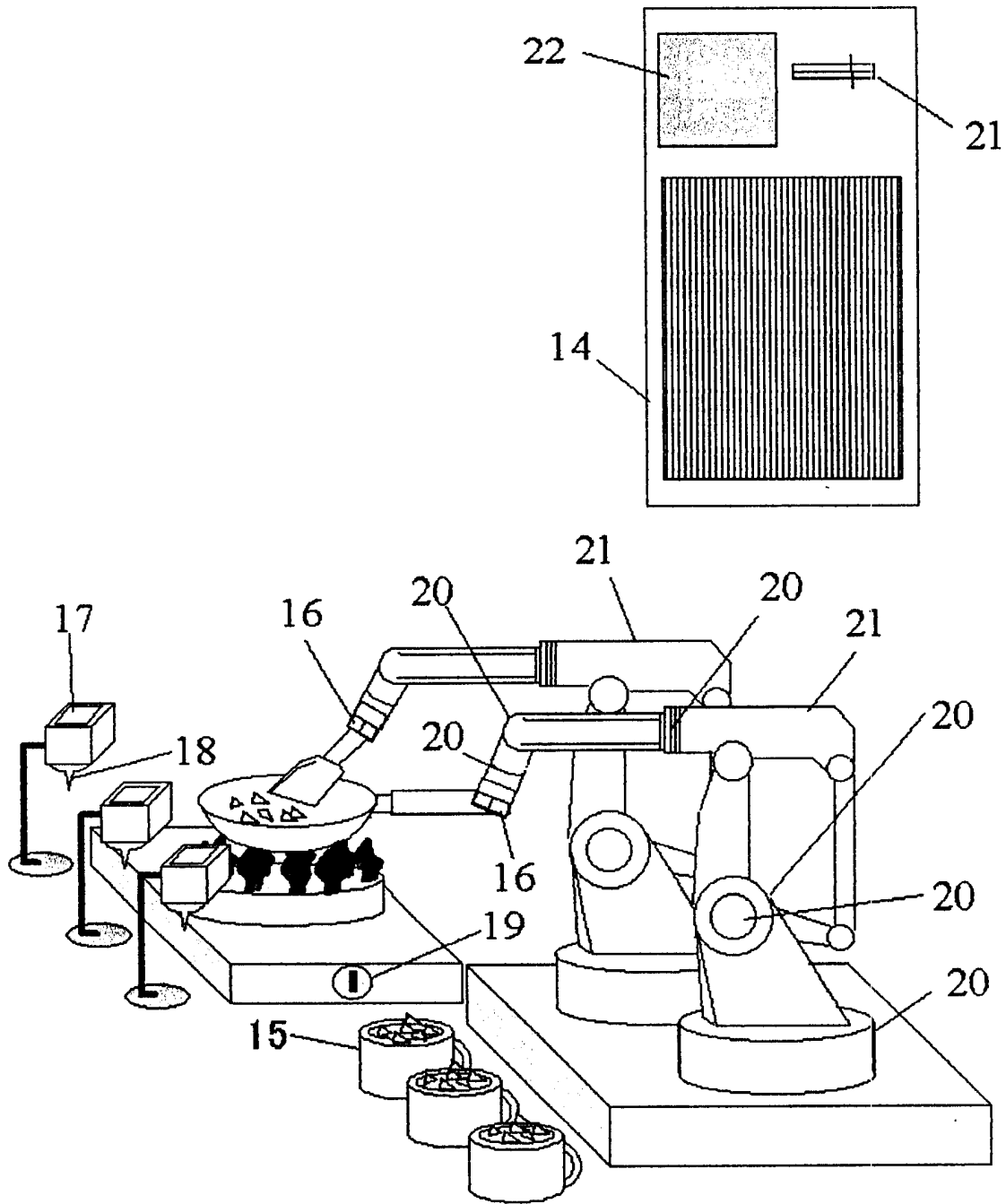


图 2

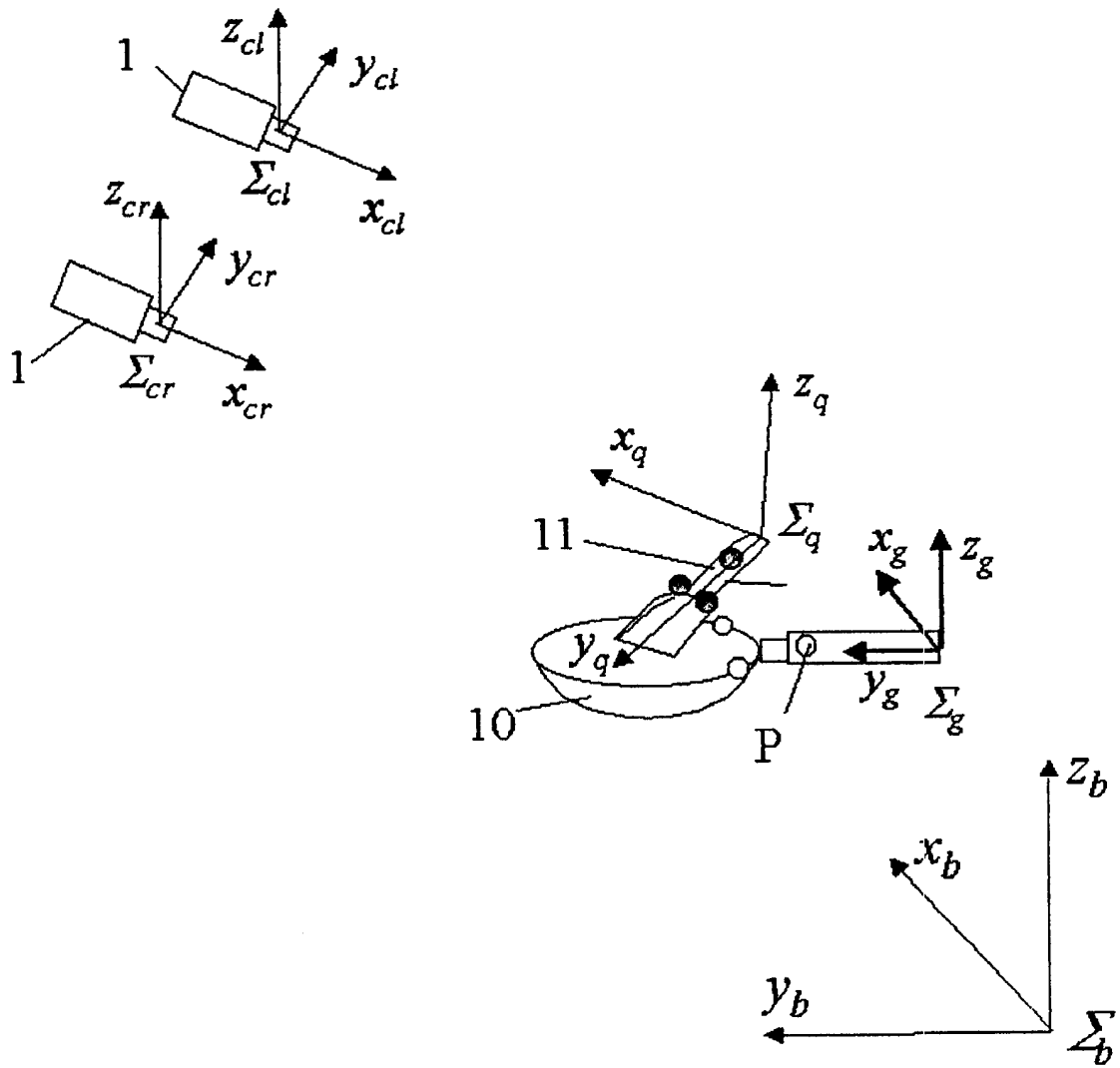


图 3

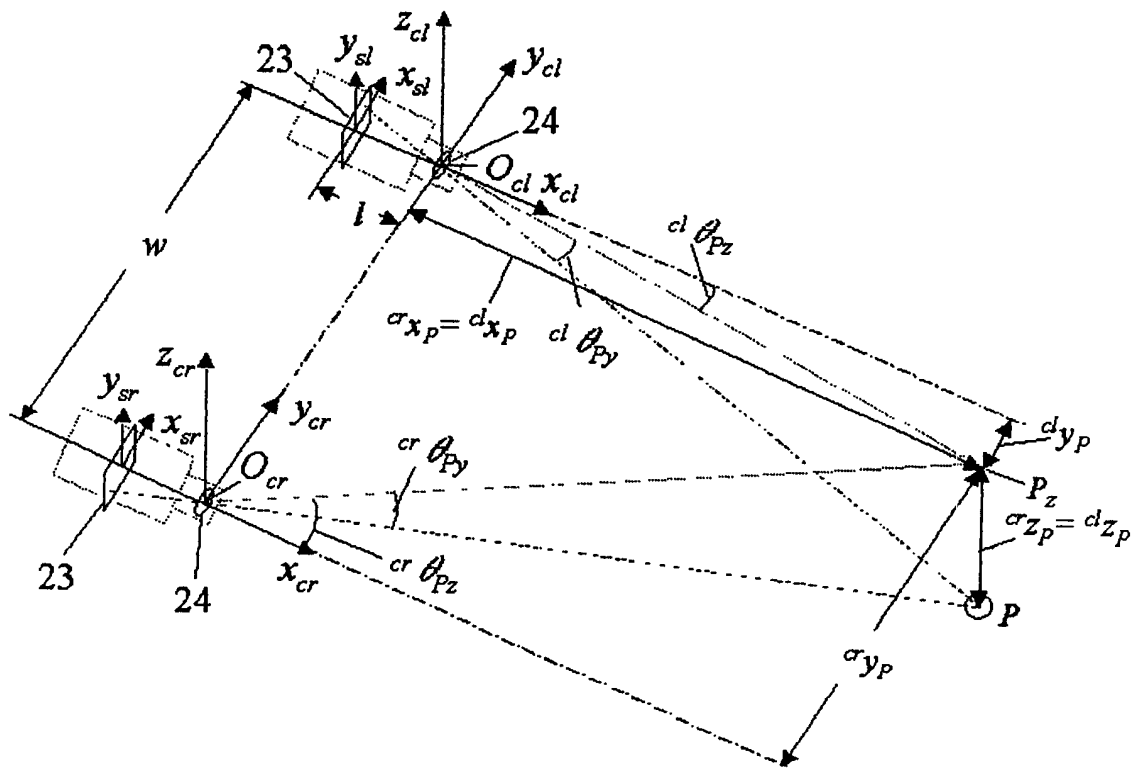
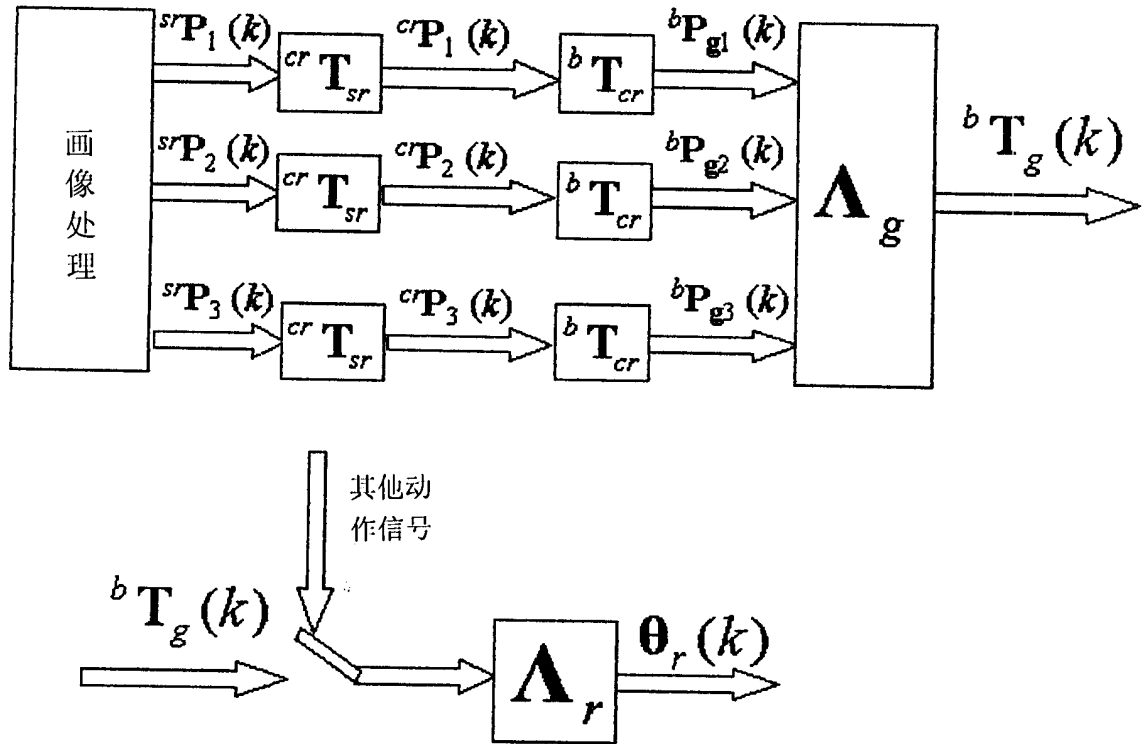


图 4



$$\text{注: } ^{sr}P_n(k) = [^{sr}x_{Pn}(k), ^{sr}y_{Pn}(k)]^T$$

$$^{cr}P_n(k) = [^{cr}x_{Pn}(k), ^{cr}y_{Pn}(k), ^{cr}z_{Pn}(k)]^T$$

$$^{cr}P(k) = ^{cr}T_{sr} (^{sr}P(k))$$

$$\theta_r = \Lambda_r (^bT_{hr})$$

图 7

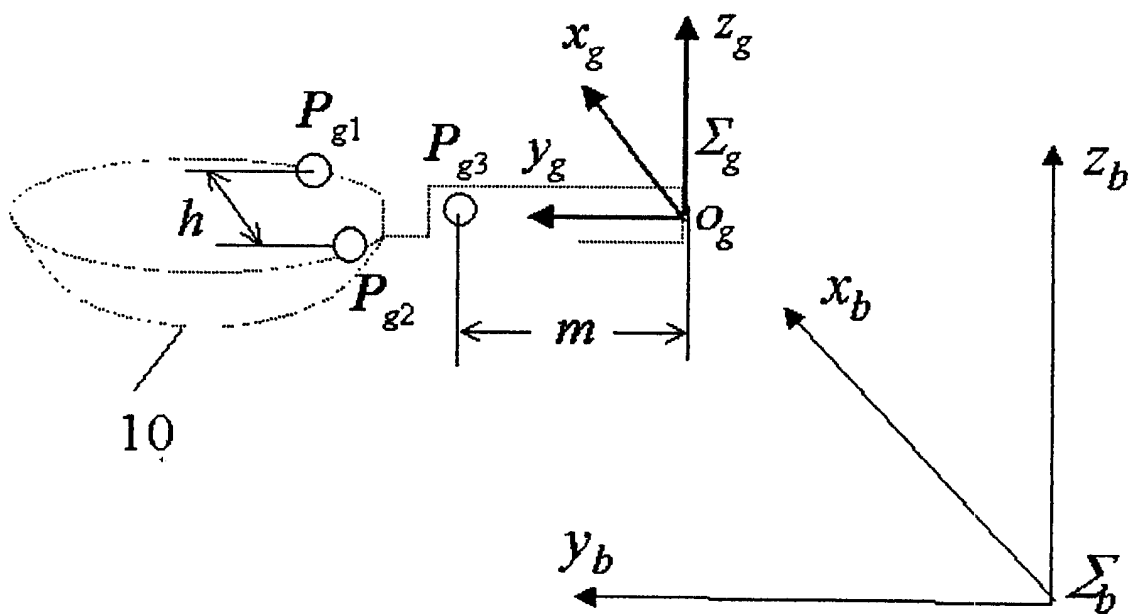


图 6

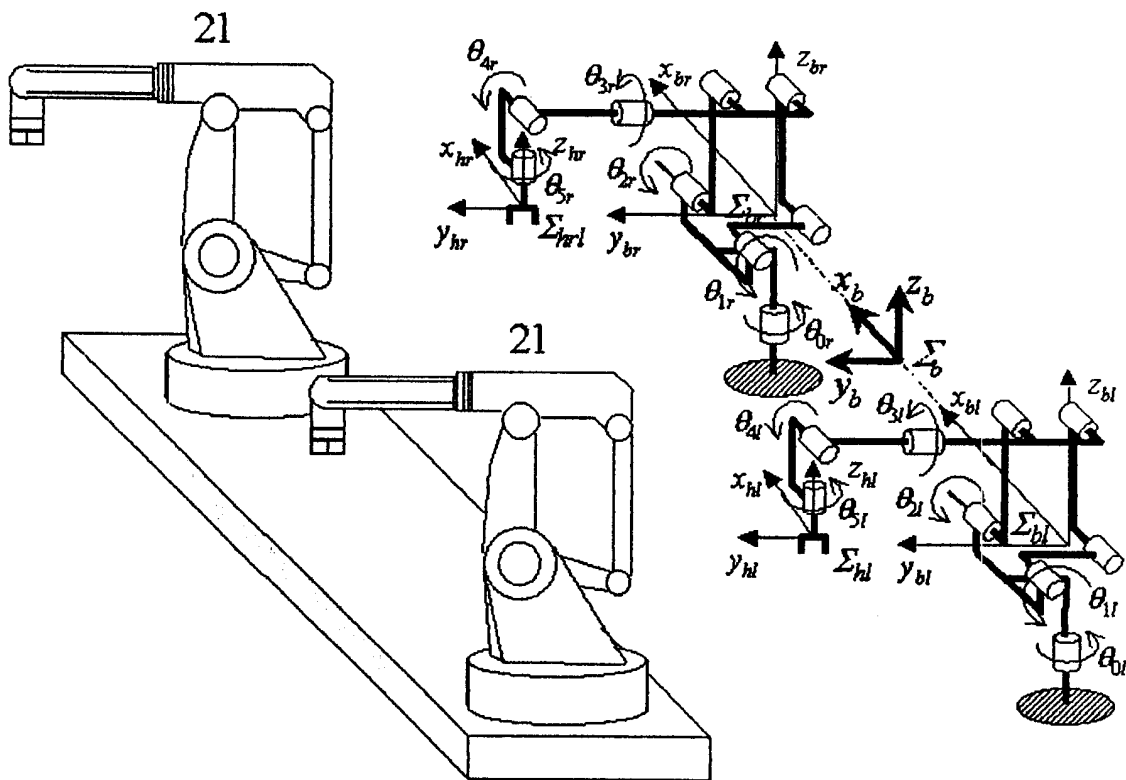


图 8

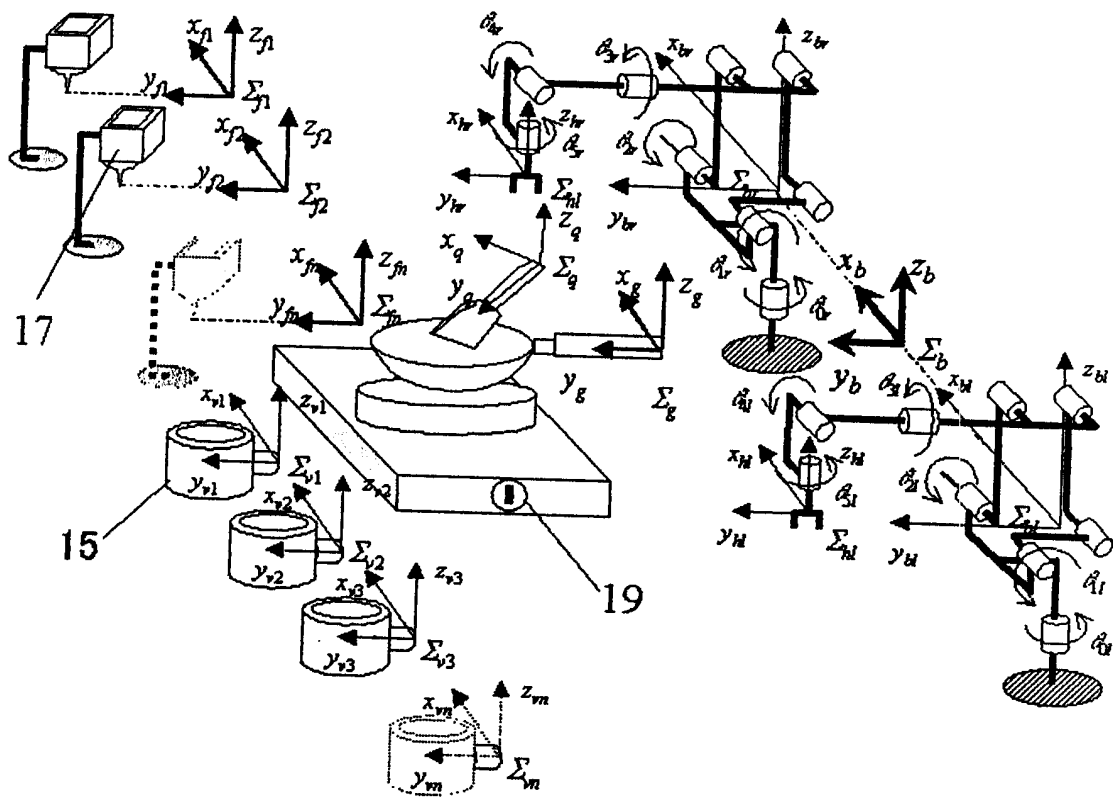


图 9

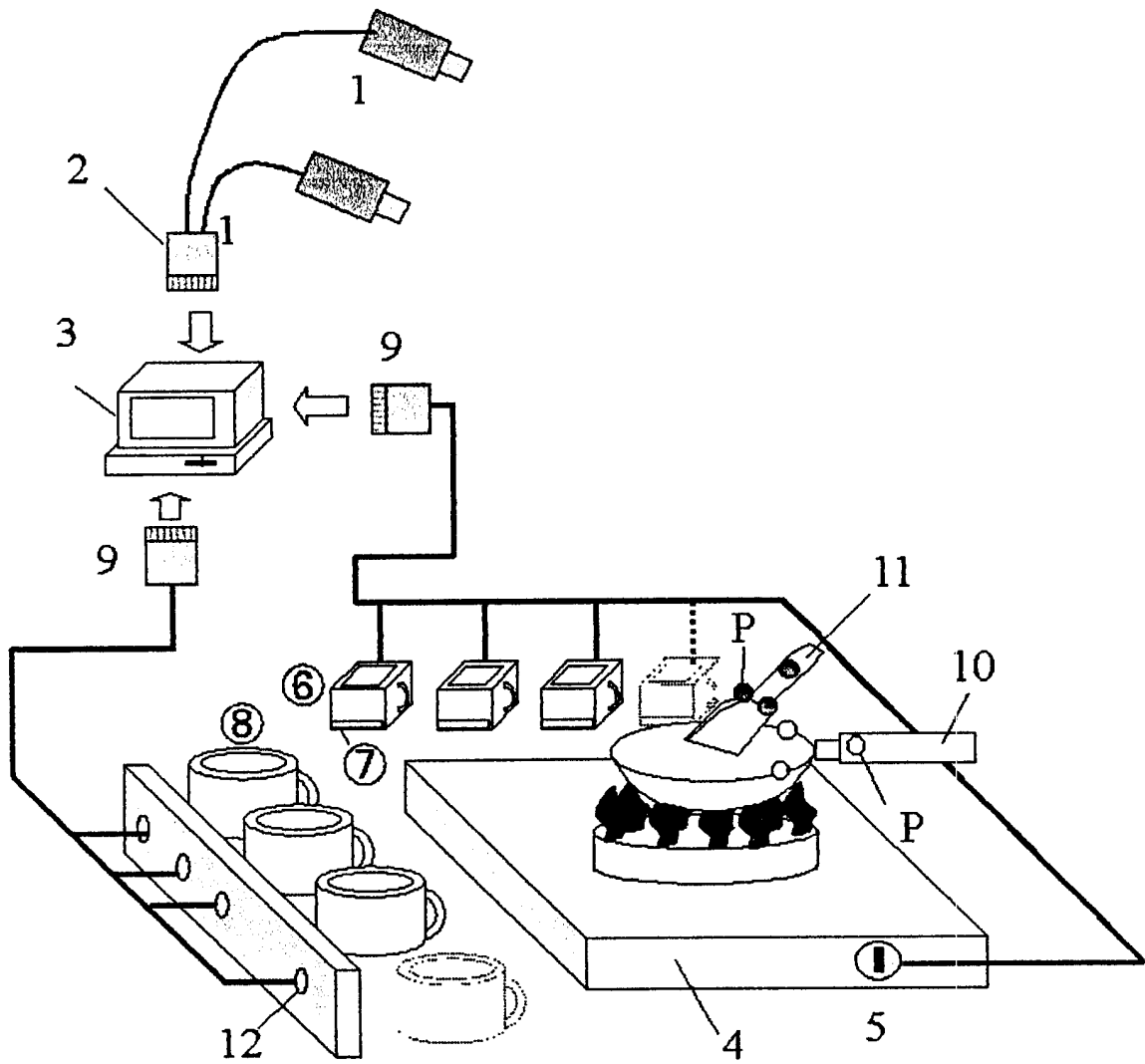


图 10

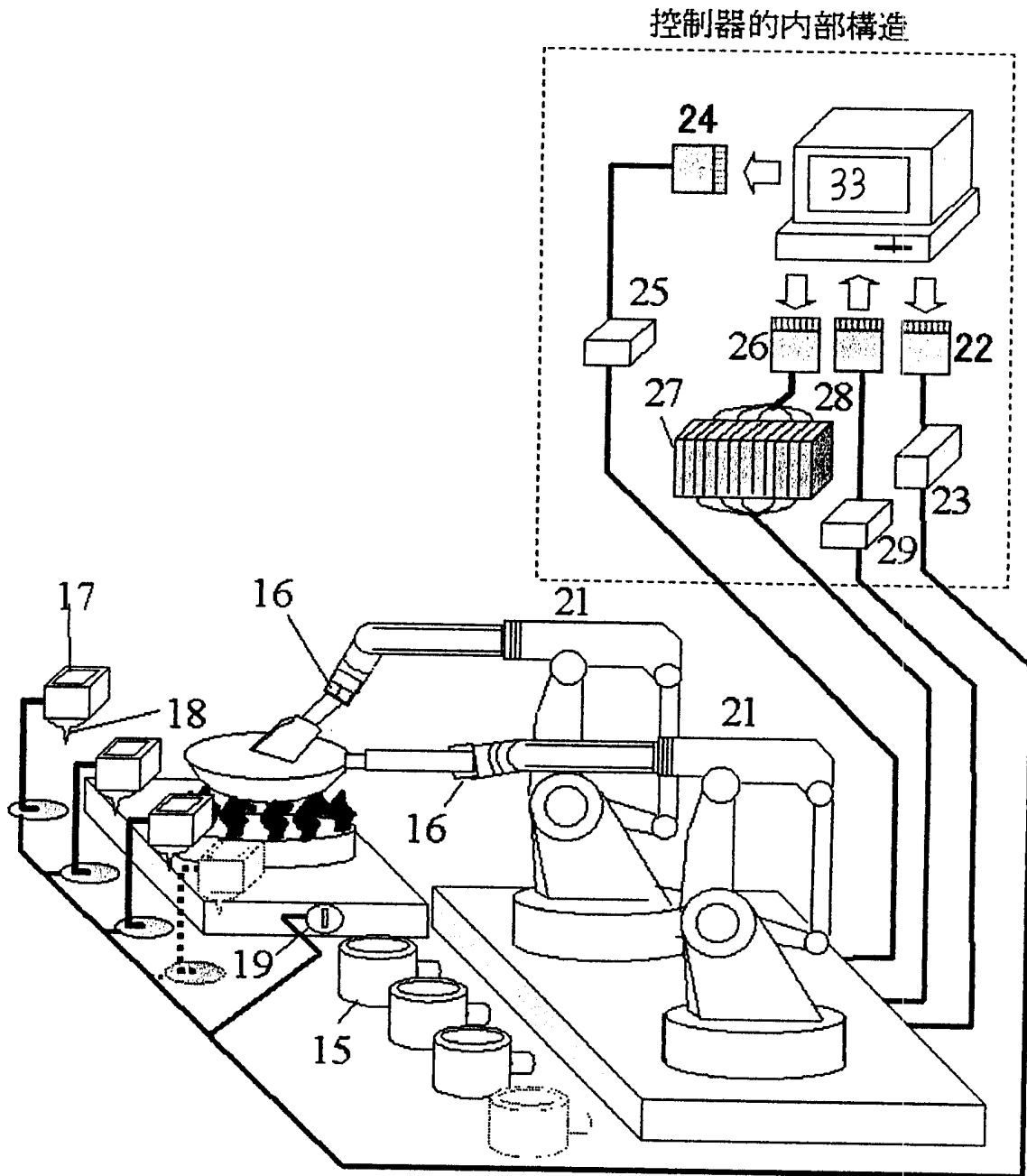


图 11

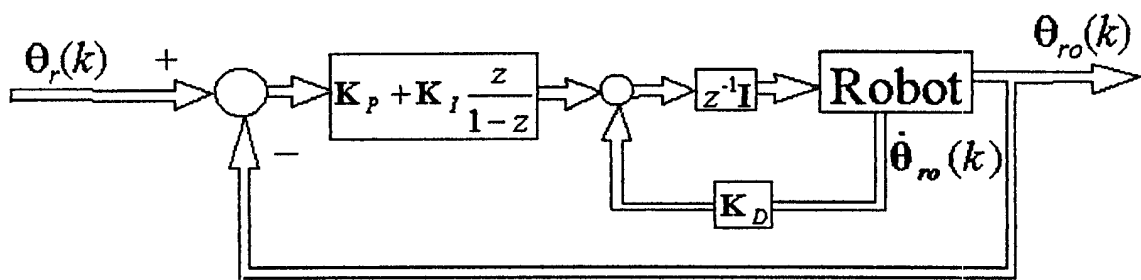


图 12