利用 IoT 技术和动作控制技术的 FA 解决方案

FA Solution That Applies IoT and Motion Control Technology

藤川　泰孝 FUJIKAWA, Yasutaka　　吉崎　久之 YOSHIZAKI, Hisashi　　丰田　谦郎 TOYODA, Kenro

在智能制造技术快速发展的背景下，制造业的 FA 解决方案也就要求能进一步提高生产性、创造附加值和使附加值最大化。运用 IoT 技术，富士电机推出了可提高汽车制造加工生产线生产性并削减成本的品质跟踪解决方案。另外，针对食品工厂的包装生产线运用高性能控制器开发出动作控制技术。这样，无论包装速度多快，都能进行稳定的密封，实现了包装机系统的最佳控制。

The rapid development of smart manufacturing technologies has created the need to further improve productivity and create and maximize added values as FA solutions for the manufacturing industry. Fuji Electric has made use of IoT technologies to achieve quality traceability solutions, capable of improving productivity and reducing costs on automobile manufacturing assembly lines. In addition, we have also developed a motion control technology that makes use of high-performance controllers for the packaging lines of food factories. Those technologies make it possible to achieve stable sealing regardless of the packaging speed, as well as optimize control for packaging machine systems.

1　引言

近些年，德国的 Indutrie 4.0、美国的 IIC (Industrial Internet Consortium) 等相继问世，产业界正处于走向变革的潮流之中，日本也成立了 IoT 推进联盟，全世界都在向着智能制造积极迈进[1]。

在这种背景下，IoT (Internet of Things)、大数据解析、人工智能 (AI) 等技术得到快速发展。虽然人们对其在制造业的运用非常关心，但也面临着具体如何运用才能有助于提高生产性并创造附加值这一新课题[2]。

本文作为解决该课题的事例，将对富士电机运用所拥有的 IoT 技术提出的加工生产线用品质跟踪解决方案，以及运用具有行业最顶级控制性能的动作控制技术提出的 FA 解决方案进行介绍。

2　汽车制造加工生产线用品质跟踪解决方案

2.1　背景

汽车市场在全球持续增长。近年来，为满足电动化和自动驾驶技术的要求，导致开发工时增加等，从而日本国内外都出现人手不足，为解决频发的品质问题，要求比过去更高的生产性[3]。要提高汽车制造现场的生产性，就必须杜绝不良和削减成本。如**表 1** 所示，提高品质以消除不良、缩短发生不良时解决问题的时间等成为当务之急。

为完成这些任务，需要对与生产、运行、品质、保全相关的庞大数据进行收集。但是，用户自己很难高效地对这些数据进行运用和分析，会产生大量无法有效运用的信息。处理这些大数据时存在的课题的一个示例如**表 2** 所示。

为了解决这些课题，富士电机的加工生产线用品质跟踪解决方案配备了各产品加工过程中的数据收集功能、以数据分析为前提的数据收集功能、用户也能使用的维护功能，可为提高用户生产性做出贡献。

表 1　解决汽车制造现场课题所要完成的任务

项目	任务
消灭不良所要完成的任务	通过掌握良品条件，明确发生不良的机制，来提高品质
	4M （人、 机械、 材料、 方法） 的变化点管理
削减成本所要完成的任务	削减日常点检工时、 保全工时、 品质检查工时
	减少短时停止、 突发故障停止的情况
	提高软件的寿命
	缩短解决问题的时间

表 2　处理大数据时的主要课题

课题	内容
所需数据的指定	在加工、 等待、 维护等所有时间段收集数据，储存的数据越多，数据量就越庞大，检索所需数据越麻烦。
收集数据的加工	多数情况下数据运用方法并不明确，而且即使收集到数据，格式、 收集周期也未得到统一。 因此，分析时需要对数据进行加工，对所储存的庞大数据进行加工成为用户的沉重负担。
收集数据的选定	选定收集数据时，由于尝试和出错，而需要对收集装置追加或删除数据。 但是，对收集装置追加 / 删除对象数据并不简单，若委托给制造商，将会产生高额费用。

2.2　解决方案概要

富士电机提供的品质跟踪解决方案的概要如**图 1** 所示。该解决方案可大致分为：数据收集部，用通信用 I/O 与制造设备、传感器类连接，收集原始数据；以及数据库用服务器部，用于储存这些数据。而且，还提供了一种在所需时机收集用户设定的所需数据，当需要跟踪储存数据时，便可简单地进行检索的机制。

(1)　数据收集部

(a)　数据收集功能

数据收集部从加工生产线的电脑数值控制 (CNC：

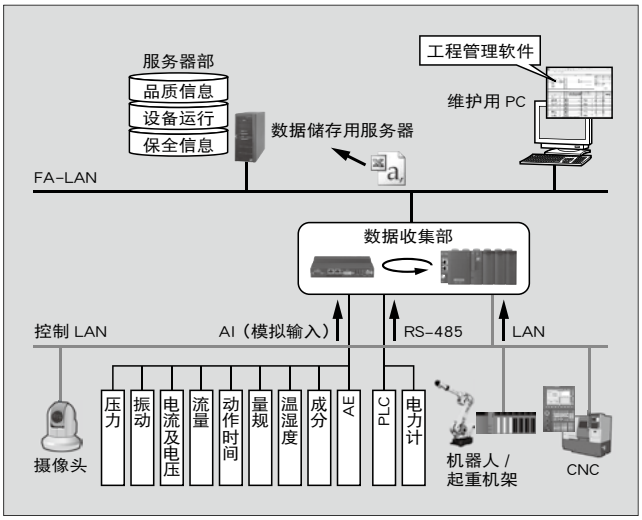

图 1　品质跟踪解决方案的概要

Computer Numerical Control)、可编程控制器 (PLC: Programmable Logic Controller)、压力及振动等各种传感器收集一个周期（从开始加工对象工件到加工结束的周期）的数据。而且，如**图 2** 所示，还拥有以一个周期单位汇总收集数据（打成一个包）的功能。

这样与随时收集数据的方式相比，可以在所需时机收集所需数据，能够减少数据量。结果，指定分析时数据和加工该数据的工作减少，可大幅削减用户负担。

(b)　摄像头服务器联动功能

为了对 4M（人、机械、材料、方法）的变化点进行管理，目前提出了一种希望将摄像头拍摄的动画与振动、电流等模拟数据进行统一管理的需求。但是，摄像头主要以摄像头用系统进行管理，与从传感器收集到的模拟数据的管理系统不同，因此存在无法统一管理的课题。

本解决方案将数据收集终端与摄像头服务器进行联动，从而如**图 3** 所示提供了一种机制，可以使摄像头拍摄的录像资料与模拟数据的推移同步后，对现场发生的情况进行监视。

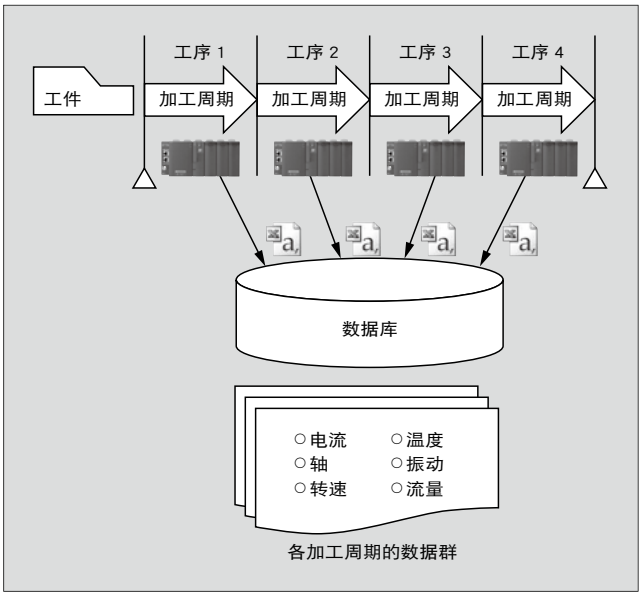

图 2　数据收集功能的示意图

图 3　摄像头服务器联动功能的画面示例

(c)　工程管理软件

工程管理软件可以对系统的主数据进行维护，添加或删除数据。本解决方案准备了运用 Excel〈注〉的工程管理软件，其概要如**图 4** 所示。使用维护用电脑上配备的工程管理软件可对收集数据的项目名称、数据类型、保存地址等进行定义，然后登记到收集终端的指定文件夹中，这样就可解决上述课题，由用户简单地对收集数据进行追加或更改。

(2)　服务器部

(a)　跟踪检索功能

制造设备的运行信息与产品的品质信息紧密相关。因此，用户在生产线发生问题时，多数情况下要同时确认运行信息和品质信息。但是，品质信息以产品单位进行管理，而运行信息则以设备单位进行管理，检索信息时很费事。本解决方案提供了一种可从设备轴和工件轴两方面进行检索的机制，减轻了用户信息检索作业的负担。

(b)　数据摘要功能

储存的数据量庞大，追踪异常因素时需要花费大量工作量。本解决方案可以使用服务器的应用，检测出测量值超过保全阈值的异常及测量项目的最大值、最小值、平均值，并将这些内容显示在跟踪检索画面上。这样可以为减轻用户数据确认作业负担提供支持。

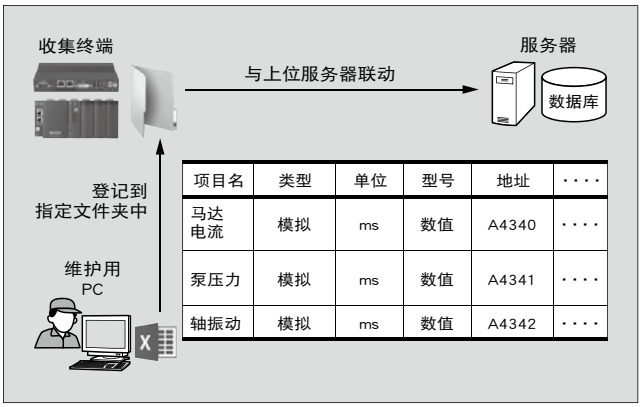

图 4　工程管理软件的概要

〈注〉Excel：Microsoft Corporation 的商标或注册商标

表 3 “MICREX-OnePack”的简要规格

项目	简要规格
电源	单相 AC100～240 V
外形尺寸（mm）	W275×D130×T90 （与传统产品相比， 体积减小 95%）
IO	AI *1×16 ch， DI *2×1 ch， DO *3×1 ch
通信	以太网 100 Mbits/s 2ch （上位机器、 设备） 以太网 1 Gbits/s 1ch （显示） 通用通信 （RS-232C 1ch/422 2ch/485 1ch） 共计 4ch 扩展板
内置协议	三菱 PLC、 FOCAS II
数据保存	支持 SDHC 规格卡 （支持 32 GB）

*1： AI （模拟输入）
*2： DI （数字输入）
*3： DO （数字输出）

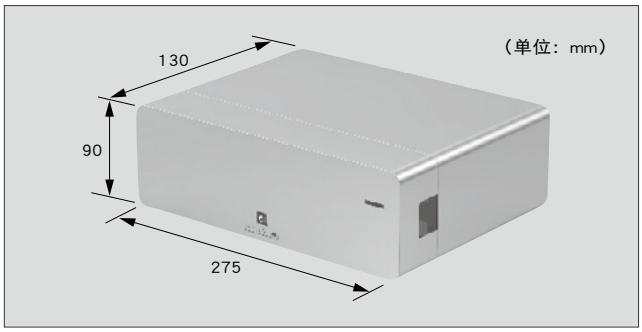

图 5 “MICREX-OnePack”

2.3 设备信息收集系统“MICREX-OnePack”的开发

为缩小数据收集部的体积，降低其价格，富士电机正在开发集中了 2.2 节所介绍功能的设备信息收集系统“MICREX-OnePack”。与过去富士电机产品的收集装置部相比，将体积减小 95%。简要规格参见**表 3**，外观参见**图 5**。

3 利用动作控制技术的包装机控制

3.1 背景

以中国、印度为代表的亚洲地区随着人口增长，食物需求不断增加，相应地食物包装设备的需求也不断扩大。该地区为了提高单位时间的包装能力，各包装机制造商不断推动性能改良，例如将设备从机械式改为伺服式。

3.2 立式枕式包装机的控制

⑴ 立式枕式包装机的系统结构

立式枕式包装机的基本系统结构如**图 6** 所示。立式枕式包装机使用薄膜进给机构将包装薄膜沿纵向从上至下输送，主要利用重力将包装物投入薄膜内之后，再用加热后的密封机构将袋口密封。

⑵ 传统控制方式的课题

传统控制方式的概要如**图 7** 所示。薄膜进给轴马达和密封轴马达通常利用梯形加减速方式对位置进行控制，各轴的旋转速度以满足包装速度的比率来决定。提高包装速度后，密封机构的冲击速度也变快，冲击变大。因此，存在机械整体振动而无法确保密封品质稳定的课题。

⑶ 动作控制的应用

富士电机的使用 PLC“SPH 系列”和伺服系统“ALPHA5”的包装机控制如**图 8** 所示。

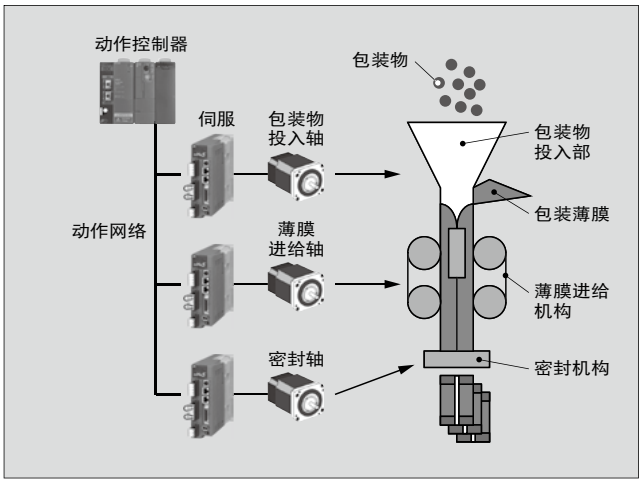

图 6 立式枕式包装机的系统结构

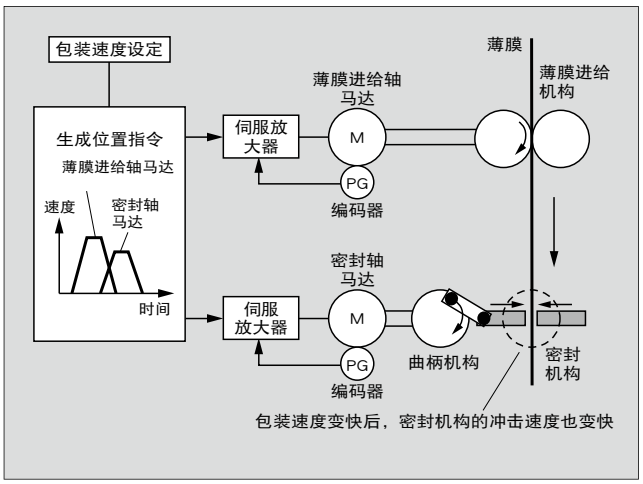

图 7 传统控制方式的概要

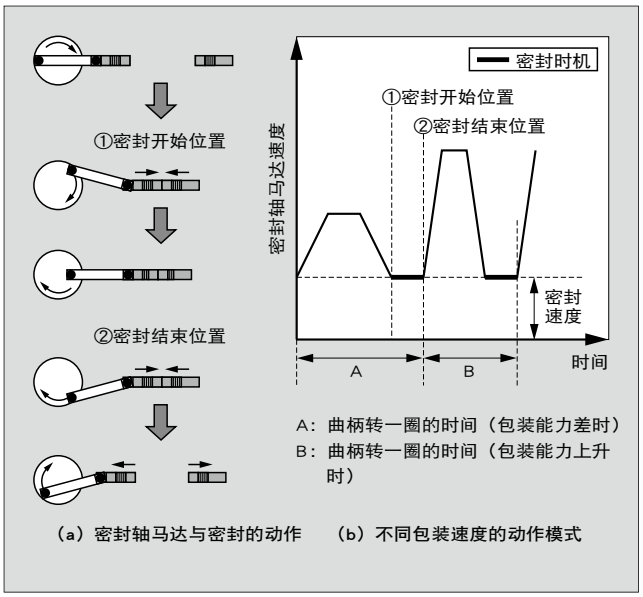

图 8 动作控制的概要

在该动作控制中，将密封薄膜时的密封轴的旋转速度设为固定值，然后使除此之外区间的速度发生变化，从而改变包装速度，无论包装速度多快，均能实现稳定密封。

印度地区的包装机制造商引进该控制后，与过去相比大幅改善了包装速度。

3.3 动作控制功能块与“SPH3000D”

⑴ 动作控制功能块

为了让更多的用户使用上述动作控制程序，富士电机开发出可适用于 SPH 系列的功能块（FB），以亚洲地区用户为中心进行推广。**表 4** 是动作控制的 FB 一览表。

⑵ SPH3000D

SPH 系列的最新 CPU 模块实装有 FB 作为系统命令，

表 4 动作控制 FB 的一览表

No.	FB 名称	控制内容
1	VM00_VM	用于同步控制的虚拟主轴、 外部 PG 预测运算用 FB
2	VM01_PTP	通常的定位 （点对点控制） 用 FB
3	VM02_INTP	双轴直线插补及双轴圆弧插补控制用 FB
4	VM03_PSYNC	比率同步控制用 FB
5	VM04_RSYNC	旋转型区间同步控制 FB 主要适用于圆剪控制
6	VM05_FSYNC	往复型区间同步控制 FB 主要适用于飞剪控制
7	VM06_CAM	电子凸轮运行控制用 FB
8	VM07_CAMPTN	电子凸轮运行的运行模式创建用 FB
9	VM08_VEL	速度控制用 FB
10	VM09_TRQ	转矩控制用 FB

图 9 “SPH3000D”

无需追加特殊 CPU 用于动作控制，也能对伺服系统进行控制。**图 9** 是 SPH3000D 的外观。

过去，需要将动作控制 FB 作为用户 FB 登记到程序库中后再使用，但由于 SPH3000D 中已作为系统命令实装，因此可省略，从而便于建立动作控制系统。

而且，为使 SPH3000D 的控制速度快于传统产品，采取了以下措施。

⑻ 将动作控制 FB 的程序代码转换为 C 语言，尽可能减小程序容量。

⑼ 将数据存储器区域中的高速区域容量由传统机型的 32K 字扩大到 229K 字。**表 5** 是 SPH3000D 的简要规格。

由此，与传统机型相比，能够以 2 倍速度进行动作控制[4]，为提高包装机等设备的性能做出了贡献。

表 5 “SPH3000D”的简要规格

形式		NP1PU-048EZM	NP1PU-096EZM	NP1PU-128EZM	NP1PU-256EZM
执行控制方式		存储程序、环极扫描方式 （默认任务）、固定周期任务、事件任务			
输入输出连接方式		直连输入输出方式 （SX 总线） 远程输入输出方式 （DeviceNet、OPCN-1 等、远程 I/O 链接）			
输入输出控制方式		SX 总线上： 生产节拍同步刷新			
		远程 I/O 链接上： 利用远程主数据的固定周期刷新 （扫描非同步）			
CPU		32 位 RISC 处理器			
编程语言		符合 IEC 61131-3 IL 语言 （Instruction List）、ST 语言 （Structured Text）、LD 语言 （Ladder Diagram）、 FBD 语言 （Function Block Diagram）、SFC 要素 （Sequential Function Chart）			
命令执行时间	序列命令	9 ns/ 命令～			
	应用命令	8 ns/ 命令～			
输入输出点数		8192(点)			
用户存储器		545 （K字）	1409 （K字）	1473 （K字）	2753 （K字）
	程序存储器	98304 （字）	196608 （字）	262144 （字）	524288 （字）
		49152 （STEP）	98304 （STEP）	131072 （STEP）	262144 （STEP）
	数据存储器 （高速区域）	459776 （字）	1246208 （字）	1246208 （字）	2294784 （字）
		229376 （字）	229376 （字）	229376 （字）	229376 （字）

4 后记

本文对利用 IoT 技术和动作控制技术的 FA 解决方案进行了介绍。今后，随着这些技术的不断进步，制造业的需求将更加高级化、复杂化。我们将进一步充实现在的措施，创造出更多的附加值，不断满足用户的需求。

参考文献

⑴ IoT 推進コンソーシアム. “「IoT 推進コンソーシアム」の設立について”. http：//www.iotac.jp/news/establish/,（参照 2017-12-14）.
⑵ “製造業を巡る現状と政策課題”. http：//www.meti.go.jp/committee/sankoushin/seizou/pdf/005_01_00.pdf,（参照 2017-12-14）.
⑶ “自動車産業を巡る構造変化とその対応について”. http://www.meti.go.jp/policy/economy/keiei_innovation/sangyokinyu/GB/04.pdf,（参照 2017-12-14）.
⑷ 福岛幸治, 下川孝幸. “MICREX-SX 系列”专用动作控制器“SPH3000D”. 富士电机技术期刊. 2017, vol.C9, no.1, p.59-60.

藤川 泰孝
从事产业领域用 FA 系统的企划和工程工作。现为富士电机株式会社电力电子系统事业本部工厂自动化事业部 FA 系统技术部主席。

吉崎 久之
从事动作控制系统的日本国内外工程工作。现为富士电机株式会社电力电子系统事业本部工厂自动化事业部驱动及动作技术部课长。

丰田 谦郎
从事产业领域用 FA 系统的企划和工程工作。现为富士电机株式会社电力电子系统事业本部工厂自动化事业部 FA 系统技术部主任。

富士电机

Fuji Electric

＊本刊记载的公司名称及产品，有可能是各相关公司的商标或注册商标。