

工厂中“会思考的”机器

Vishali Ragam

概念

芯片制造是一个复杂的过程，系统性地识别变化诱导源是这个过程中必不可少的一项工作。在所有组合中识别相应的变化诱导来源会为生产带来巨大的好处，这也意味着用户需要了解各种环境中变化来源的集体反应。当前，业内通常会从单一角度来研究这些变量促成因素，而对其在动态制造场境中的关系却鲜有研究。同时，此类评估会在具备不同程度自动化水平的车间中开展，从手动到采用半自动化的方式。关于许多方法未能完全理解这些关联的问题，是有多种原因的。这些变量的绝对数量，加上从认知角度来评估这些变量的依赖关系，会产生组合爆炸般的结果。每个来源与其他来源都有独特的关系，当捕捉到某个来源，这会有助于识别工厂中每台设备故障的主要原因。Applied E3® SPC 平台能够深入研究此类关联，并且能够快速地整合并传达此类信息。

智能 SPC

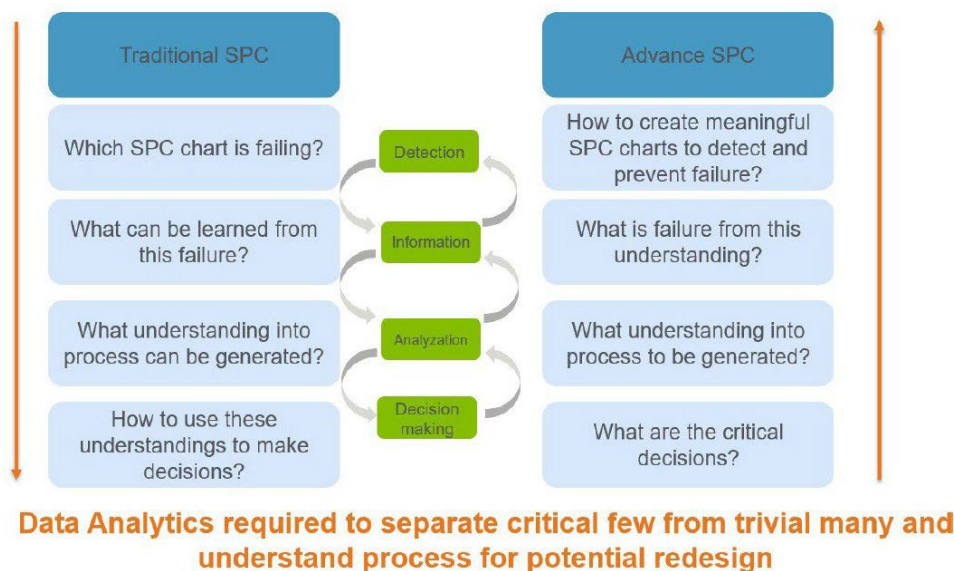


图 1：智能 SPC 能够透过数据，发现新的洞见

SPC 旨在检测出对生产流程不利的变化，并防止此类变化的发生，而不仅仅是在产品生产出来之后才检测到此类变化。识别并实施分析所有变量来源对 SPC 的实践非常重要。传统意义上，Context 指能够影响生产线的配方、机器、原材料等任何因素。生产部门在分析此类 Context 时使用手动或相对不太成熟的分析方法，会产生效率低下的 SPC 图表。这些策略并不能阐明每个变量的关系以及在广义范围内的表现。此种方法仅能生成一般的图表，而这样的图表是没办法代表或解释生产线中重大变化发生时的情形。

机器学习能够解决的问题

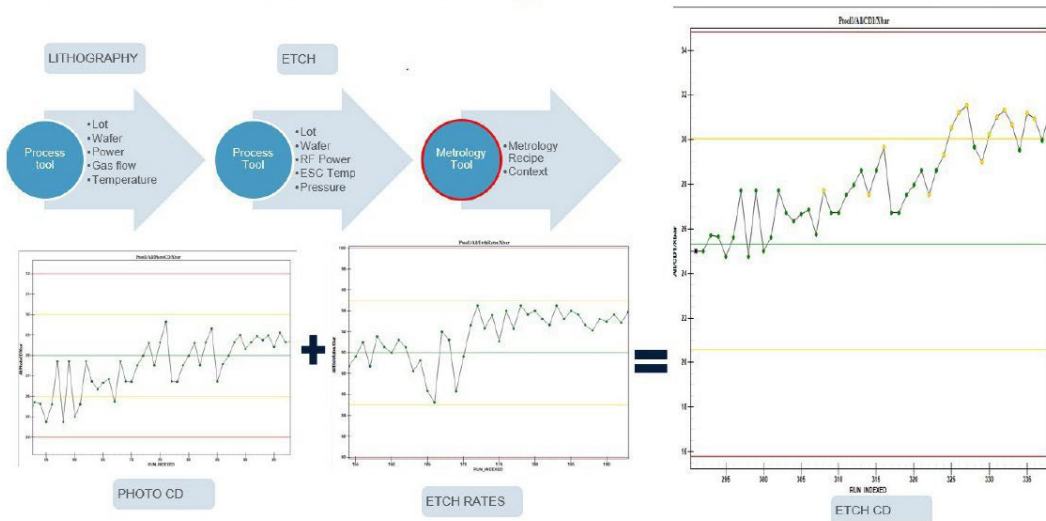


图 2：概述了两种产生不可接受结果的变量放在一起产生的结果。传统的 SPC 缺乏能够查看和研究数据的方式，这限制了我们通过识别这些行为以获得对流程有新的理解和认识。

分析这种类型的数据需要特定的方法，即频繁模式挖掘。这种方法能够用来寻找数据集中的频繁模式或关系，并通过下列步骤对行为进行表征：

- 识别所有变化诱导源的频率（SPC Context）
- 压缩数据集，从而挖掘频繁项目集
- 为这些频繁项目集派生出关联规则
- 对变量的关联应用置信度统计
- 实时将结果补充到 SPC 数据中

方法

传统意义上，机器学习分为无监督学习和有监督学习。无监督学习是指用户不需要监督模型的情况。相反，它允许模型自行工作以发现此前未曾检测到的模式和信息。

- 这里的模式识别算法是利用现有的 SPC 信息，来获得过程控制方面的新发现。SPC 图表的 Context 是构成频繁模式算法输入参数的关键因素。该算法智能到能够根据可配置计数（称之为支持计数）生成频繁项目集。该支持计数保证了特定频率的 Context 被归类为一般项目集。这种算法会自我学习，因为它不断吸收新的 Context，并得出匹配模式。
- 模式挖掘能够基于频率对 Context 进行表征，其输出是数据之间的关联关系。在对结果进行评估时，这些频繁项目的关联关系会对变量带来的影响进行反复识别。这种影响可能是由单个变量或多个变量合力造成的。此类技术能够发现人类所无法察觉的关联关系。这样的专家系统能够通过分割 Context 的路径，从而分解数据，最终找到强相关且微妙的模式。

模式识别

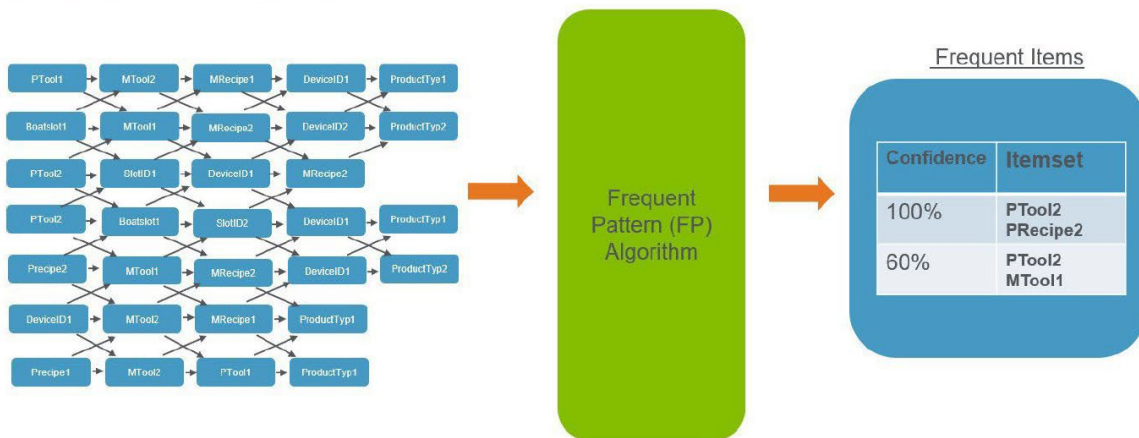


图 3：模式挖掘是一种基于频率对 Context 进行表征，从而找到数据之间关联关系的机器学习技术。

Context 模式挖掘能够帮助我们通过无监督学习，对数据进行分类并准确分组，而不考虑人工创建的类别。在将模式挖掘的关联结果传输至工厂的派工系统之后，帮助产品选择最优路径，从而确保高质量和高效地进行生产。生产工件所表现出的最佳行为可用于找到材料处理的最佳路径。可以进行实时的生产更正，从而避免使用某种路径以获得最佳结果。工厂的动态环境需要采取动态的过程控制和管理方式。APC 控制器获取并分析来自频率模式结果中的 Context 行为，可以更有针对性地调整模型，从而使每一种 Context 组合更好地达到控制目标。

全局

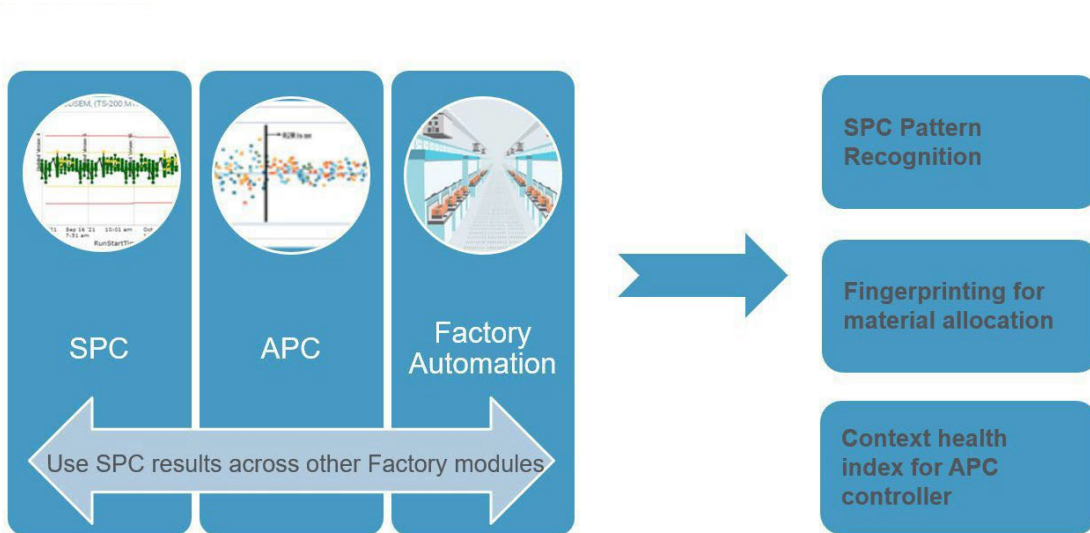


图 4：概述机器学习算法对 SPC 应用的增强作用以及其与其他工厂模块的无缝集成。

结论

智能制造正在将我们引领到更深层次的集成。为提高生产效率和质量以降低成本提供了机会。行业正在向由机器学习赋能的集成系统迁移，因此，高度专业化的技术需要紧密协作，这样才能实现知识转移。

此类数据分析工具对于客户的价值在于：

- 通过识别不断变化的行为，来迅速发现信号，这是减少变化的关键。
- 通过识别正确的变量和关键行为，以便第一次就产生正确的结果，从而最大限度地减少噪音和中断。
- 帮助工程师即时访问最佳数据并立即采取行动，从而更迅速地解决问题。借助此类工具，客户实现每年减少不变性达 20%。
- 为工厂带来更新的洞见帮助简化生产线，最大限度地提高效率。将模式挖掘关联关系结果运用到工厂的派工系统中，能够增强设备匹配率，提高整体的设备可用性。

Applied E3 SPC™ 将帮助终端用户快速了解构成测量结果的瞬态和真实动态。该技术还能够明确地展现制造设备和流程的行为，从而进行定制化、持续以及自动化的调整。这能够简化检测流程，作出由科学数据所驱动的策略，从而提高整体 SPC 的实践能力。它还将有助于实现高质量标准，并有效地为客户带来最出色的材料。

Applied Materials, Inc.
3050 Bowers Avenue, P.O. Box 58039 Santa
Clara, CA 95054-3299 U.S.A.

appliedsmartfactory.com

© 2022 Applied Materials, Inc. 版权所有。保留所有权利。应用材料公司、应用材料公司徽标以及其他被指定为产品名称或服务，或以其他方式标明为产品名称或服务的商标，均为应用材料公司在美国和其他国家/地区的商标。本文件中包含的所有其他商标和注册商标均为其各自所有者的财产。