

学習機能を持った製造工程管理システムの構築

山崎 敦* 松井 藤五郎† 大和田 勇人† 中島 和彦‡

東京理科大学大学院理工学研究科経営工学専攻* 東京理科大学理工学部経営工学科†
株式会社 東宝ダイス製作所‡

1 はじめに

現在、様々な企業で ERP システム (Enterprise Resource Planning System) が使用されている。ERP システムとは統合 (基幹) 業務ソフトと呼ばれ、企業内のユニットごとに個別管理されている情報を統合管理することで、会社全体として経営効率を図るための手法及びコンピュータ・ソフトウェアの事である。コンピュータによって金や人材、モノの流れをコントロールし、それをマネジメントや経営計画の流れに生かす手法はここ数年で非常に飛躍している。またこの流れは製造業においても同じである。

しかし、現実問題として製品を作る際の工程管理において毎回プロセスの場所まで指示をするのは非常に手間のかかる作業である。また中小企業が多い製造業においては、コンピュータ・ソフトウェアが活用されていないケースも多い。

そこで本論文では学習機能を持った製造工程管理システムを構築する。これにより製造業の更なる躍進の手助けとなるだろう。また本研究における学習機能はデータベースから直接学習をする事により、一旦論理型言語に変換したりする際のコストを低減する。更に、本研究ではある業種に特定の工程管理システムを実現するのではなくどの業種でも利用できる汎用システムを構築する。

2 ダイス製造工程の学習

本研究におけるシステムの適用対象はダイスと呼ばれる金型製造工程とする。ダイスは現在、世界の自動車製造国日本だけでなく発展途上国や新興市場国においても用いられる機会が増加している。また日本のダイス製造会社の大部分が中小企業から成り立っている為、これらの企業はルーチンワークを手軽に行うのに役立つコンピューターツールを必要としている。これらのダイスは専門家によって全てテーラードメイドで作られており、時にはある作業を外部の会社にアウトソーシングする場合もある。

そこで形やサイズ、素材すら異なる注文を毎回チェックして製造工程を考えるのは非常に手間のかかる作業であり、このような中小企業においては毎回の注文を記録したりする事務作業員がいないことが多く、現在の注文がどの工程を踏

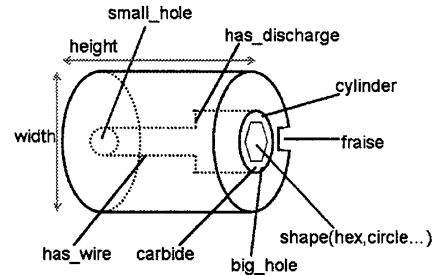


図 1 一般的なダイスの形状及び特徴

背景知識に使うダイスの特徴	概要
shape(A,B)	事例AはB(丸、六角等)の形をしている
has_wire(A)	事例Aは貫通部分を持っている
kind(A,B)	事例Aの注文の種類はB(新規、修理等)である
feature(A,B)	事例Aの特徴はB(ピン、パンチ等)である
height(A,B)	事例Aの高さはBである
width(A,B)	事例Aの幅はBである
big_hole(A,B)	事例Aの大きい穴の直径はBである
Small_hole(A,B)	事例Aの小さい穴の直径はBである

図 2 ダイス特徴の知識表現

んでいるか等を把握するのは不可能に近い現状がある。そこで、過去の大量のデータベースから、それぞれの工程を通過する特徴を見つけだし、製造工程マネジメントをする事は、新規の注文が来た際に、納期や、現在の工程の位置等を把握することが出来、非常に有用である。

また一般的なダイスの形状及び特徴は図 1 に示した通りである。そこで本研究では、学習の背景知識として図 2 で示したようなダイスの特徴を知識表現として利用する。例えば shape(ex042,circle)であれば、事例 ex042 の穴の形は circle(丸型)であるといった事を示す。これらの背景知識を利用したカバースettingsアルゴリズムによって製造工程を学習していく。

3 システム構成

本システムは Linux FedoraCore 6 においてサーブレット Jakarta Tomcat 3.3.2、データベース MySQL 3.223.58 を使用して実装した。またコーディングは Java JDK 1.6.0 01 環境下において行った。

また本研究では改良カバースettingsアルゴリズムに基づいた学習を行った。図 3 に示されている通り、過去の顧客からの注文データが蓄積されているデータベースより、通る工程

Implementation of manufacturing process management system with machine learning

ATSUSHI Yamazaki*, Tohgoroh MATSUI*, Hayato OHWADA* and Kazuhiko NAKAJIMA†

Department of Industrial Administration, Faculty of Science and Technology, Tokyo University of Science*, Toho Dies Co.,Ltd†

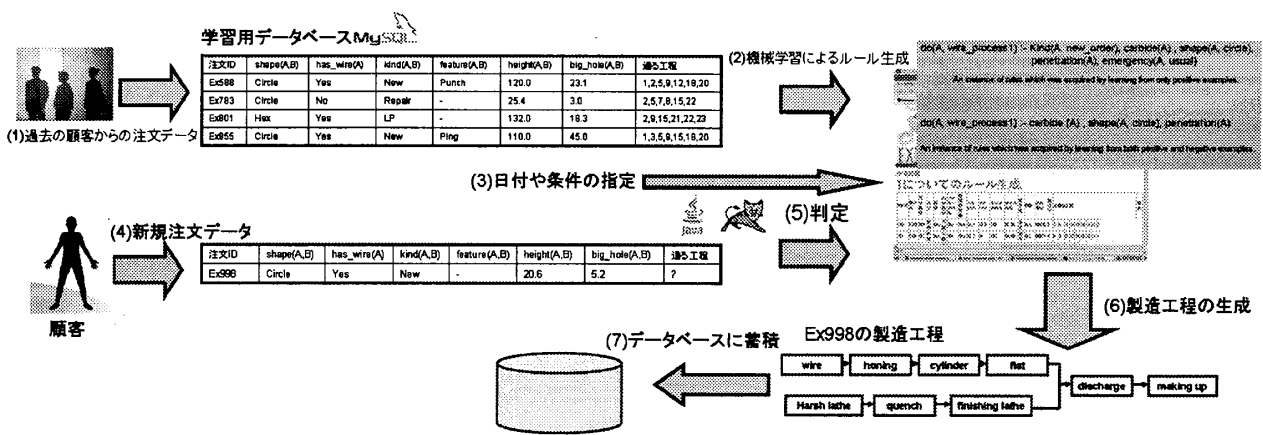


図3 システム構成図及びデータの流れ

(1,2,3...)ごとに正事例と負事例に分ける。例えば Ex783 の注文は、ダイスの穴の形である shape は丸型、貫通している事を示す has_wire は Yes であり、2,5,7,8,15,22 番工程を通るという事である (1)。まずはそれぞれの工程ごとに、ランダムに 5 つの正事例のペアを取り出しそれぞれを一般化するルールを生成する。ここで残りの正事例や負事例との一致する数や、その一般化度合いから評価関数を生成し、それを最大とするペアの一般化ルールを採用する。続いてまた 5 つの正事例のペアを取り出し、それぞれ先程の一般化ルールとの評価関数を生成する。そして負事例が閾値の数を超えるまでこれを繰り返し、それをルールとする。1 つ目のルールが生成されたら、今度はそれを取り除いた残りの正事例を全てカバーするまでカバーセットアルゴリズムに基づいてルールを生成する。これは各正事例に対して 1 か 2 の使用済みフラグを付けておく事により実現した (2)。

また学習する際に柔軟性を持たせる為、”2003 年 1 月から 2007 年 12 月までの注文”といった指定も可能である (3)。このように生成されたルールは Java の makerule クラスによって MySQL データベースに直接格納される。そして実際に新規注文が来た際には (4)、そのルールに一致させる事により製造工程を予測する事が可能になり (5)、図 3 における”Ex998 の製造工程”の様な一般的なダイスの製造工程の予測が可能である。具体的にこれは wire 加工の後に honing 加工を、そしてその後に cylinder 加工をするといった事を示している (6)。そして最終的にはデータベースに直接蓄積され (7)、より容易な製造工程マネジメントの手助けとなるだろう。

4 考察

本章ではこれまでの研究についての考察と今後の展望について考えてみる。

以前の研究においては帰納論理プログラムを用いた工程予測を行ったが、今回はデータベースから直接データを入手し、学習させるシステムを構築した。帰納論理プログラミングを用いた場合は、毎回データを Prolog で広く知られている様な論理型言語に変換して学習させ、そのルールを再び利用できる

形に変換しなければならないという問題点がある。しかし今回は SQL データベースそのままの形で学習が行うことが出来、ボトムアップかつカバーセットを用いた ILP さながらのシステムを再現した点が利点である。

更にこのシステムは今回は金型製造に適用させたが、金型に限らず、他の製造工程管理においても利用できる汎用性も大きな利点だと考えられる。現在それぞれの職種専用のアプリケーションやコンピュータ・ソフトウェアというものは出回っているケースが多いが、本研究での提案のような汎用性のあるシステムは適用範囲を限定せずに更に広い範囲で利用できるものである。

今後の展望としては、実際の利用でのレビューをもらい、それを反映したシステムにしていくユーザビリティ等の課題が挙げられるだろう。

5 結論

本論文において、我々は機械学習を用いた製造工程管理システムの構築について述べた。我々は ERP システムにおいて顧客データベースに直接アクセスを行い、大量のデータからランダムに正事例をとってきて比較をし、カバーセットアルゴリズムを改良したボトムアップアプローチからルール生成を行った。

このシステムの実現は、単なる製造業の効率性の向上のみならず、顧客満足度の向上にも繋がるだろう。

参考文献

- [1] Atsushi Yamazaki, Tohgoroh Matsui, Hayato Ohwada, Kazuhiro Nakajima. Using ILP for constructing process network in dies production. *16th International conference of Inductive Logic Programming*. (2006).
- [2] Ron Kohavi, Llew Mason, Rajesh Parekh, Zijian Zheng. Lessons and Challenges from Mining Retail E-Commerce Data *Machine Learning archive*. Volume 57, Issue 1-2 table of contents Pages: 83 - 113(2004).