1317

タクシーの移動特性を適用した生産システムの提案

Proposal of manufacturing system which applies movement characteristic of taxi

○ 沖村祐樹 (同志社大) 正 廣垣俊樹 (同志社大)
正 青山栄一 (同志社大) 小川圭二 (同志社大)

Yuuki Okimura, Doshisha University
Eiichi AOYAMA, Doshisha University
Toshiki HIROGAKI, Doshisha University
Keiji OGAWA, Doshisha University

Today, the correspondence system is requested to variety and amount in the manufacturing system. On the other hand a traffic engineering is considered as the representative concerning the flow in a different region of research. As one example of mimetic solution then, especially, the delivery problem of paying attention to the movement characteristic of the taxi was considered of the system corresponding to variety and amount and catching, and the adjustment to the manufacturing system in the paper.

Keyword Manufacturing system, Mimetic solution, AGV, Taxi, Movement

1. 緒言

近年の生産システムの動向は、市場ニーズの多様化により、これまでの Taylor が提案し、Ford 社が実用化してきた量産システムに代表される押込み (Push) 型生産方式からトヨタ自動車提案したカンバンシステムに代表される引張り (Pull) 型生産方式へと移行してきた⁽¹⁾。Pull 型生産方式とは、需要が発生した製品を生産していく方法であり、代表的なシステムとして FMS がある。さらに今日では、長期に安定した需要を期待することができなくなっているため、複数の品種を様々な生産量で生産しても採算の合う生産システム、変種変量に対応できる新しい生産システムへの期待が強くなっている。しかし現在では実用化は困難とされている。

一方、近年では新たな知 (ナレッジ) を創造するために異業種交流が積極的に行われており、さまざまな業種の知を応用展開する試みがなされている。そこで本研究ではミメティックソリューションの一例として、生産システムにおけるモノの流れや管理を、異研究分野の代表である交通工学を模倣することで、変種変量に対応する生産システムの提案を試みる。本報では、特にタクシーの移動特性に着目しその適用性について考察する。

2. ミメティックソリューション

ミメティックソリューションとは、使用環境に対し最適なナレッジを創造するため、異学術研究分野での優れた機能や構造を手本とする接近法を用いて研究・開発を図ることである。そのためミメティックソリューションは極めて合理的な思想であるとされている。

そこで本研究ではミメティックソリューションの一例として、変種変量生産システムへの新しいナレッジを考える。生産システムにおける搬送システムを、異研究分野として交通工学のナレッジを変種変量型生産システムのなかの搬送システムに適用することに着目した。

3. 生産システムと交通システムの比較

交通システムおよび生産システムともにニーズの多様化から自由度の高いシステムが誕生している。よって両者の柔軟性に着目して、それぞれの代表的なシステムの特徴を Fig.1 に示す。

Fig.1(a) に示すようにタクシーは他の交通システムであるバス、鉄道と比較して、1 輸送あたりの輸送量は小さいものの、輸送の柔軟性が高いことが特徴である。一方、生産システムにおける搬送システムでは、コンベア、AGV (Automated Guided Vehicle)、フォークリフトの順にシステムの柔軟性が高い (Fig.1(b))。変種変量生産には無人化ができ、柔軟かつ効率の良いシステムが必要なため AGV にフォークリフト並みの柔軟性と効率の高さを持たすことで、変種変量生産に対応できる。よって柔軟性の高いタクシー問題を AGV に適用することを試みる。

Fig.1 Comparison of flexibility of traffic system and transport system

4. タクシーの移動特性

4-1. タクシーにおける変種変量

搬送システムにミメティックさせるために、タクシーにおける変種変量を定義する。

搬送システムにおける変種とは品種別による搬送経路のことで、変量とは生産量のことである。タクシーにおいては、タクシー利用者の発生場所と目的地の違いを品種とし、タクシー利用者の人数を数量とする。Table 1 にタクシーにおける変種変量と、生産システムにおける変種変量の定義を示す。

Table 1 Definition of variety and amount

	Variety	Amount
Manufacturing system	Kind of product	Number of products
Taxi	Getting on place	Number of passengers

4-2 タクシーの特性

タクシーの営業形態には「流し」と呼ばれ、街中を走行することで利用客に利用可能性を提供しておく方法、「待ち」と呼ばれ、駅や空港などに車両を待機させておく方法、および「無線」と呼ばれ、電話注文の利用客のもとに、無線を介して車両を誘導させる方法がある。

タクシーのサービス提供の実態⁽²⁾を Fig.2 に示す。多量かつ多様な需要のある都市部では流し営業の割合が多く、少量かつ単純な需要のある都市郊外では待ち営業や無線営業の割合が多い。このことからサービス提供の種類を変えることで乗客のニーズに対応している。

Fig.2 Proportion in business form

5. 搬送システムへの適応

5-1. モデル化

タクシーの変種変量への対応の特性を活かすように生産システムに応用できる問題として、搬送問題への応用を考える。現在システム内の部品等、物の搬送を行うものとして AGV が多く用いられている。AGV 搬送システムの設計問題は走行経路設計問題、(AGV が走行可能な磁気テープ等で構築された経路の設計)、行動計画設計問題(走行経路上の行動規則の設計、経路探索や衝突回避の設計)投入台数設計問題(搬送に必要な AGV 台数の設計)を最適化する研究がされてきた⁽³⁾。

この最適設計をタクシーの移動特性を模倣することで行う。タクシーにおける変種変量への対応として流し営業型と無線営業型に着目し、フローパスモデルを作成しそれぞれシミュレーションを行った。フローパスモデルを Fig.3 に示す。

Fig.3 Flow passing model

また荷物発生は 1 分間隔から 10 分間隔まで一定の間隔で一つずつ、全部で 100 個発生させ、発生場所 (P/D ステーション) と搬送先 (P/D ステーション) はランダムに決定した。

5-2 AGV の行動規則

AGV の速度を 1[m/s] としノード間距離を 30[m] とした。AGV は各ノード間を移動でき、搬送距離は最小ノード数のルートとした。無線型の行動規則は荷物があれば、受け取りに行き、搬送する。荷物がなければ待機状態とした。また流し型の行動規則はランダムに次の P/D ステーションに向かい、そこで荷物があれば搬送し、なければまた別の P/D ステーションへ向かうこととした。

6. 結果

無線型モデルと流し型モデルの荷物 1 つあたりのマッチング時間の比較を Fig.4 に示す。マッチング時間とは荷物発生してから受け取るまでの時間とする。荷物発生時間間隔が 4 分から 10 分では荷物一個あたりのマッチング時間が無線型モデルの方が短く、1 分から 3 分では流し型モデルの方が短かった。

Fig.4 Comparison of match time of wireless type and sink type

7. 考察

変種変量型生産システムにおける搬送システムでは品種により荷物発生間隔が長かったり、短かったりする。その中で AGV が対応する移動として、時間間隔が短くなれば流し型、長くなれば無線型モデルの行動規則をとれば、変種変量に対応した搬送システムができるのではないかと考えられる。

8. 結言

ミメティックソリューションの一例として、交通工学における知を生産システムに適用することに着目し、タクシーの営業形態、無線と流しを取り上げて考察した。結果、少量生産には無線型モデル、多量生産には流し型モデルのほうが良いことがわかった。これらを組み合わせることで変種変量の需要に対して柔軟な搬送システムに適用することの可能性を示すことができた。

参考文献

- (1) 福田好朗, 精密工学会誌, Vol. 65, No. 1, 13-18, (1999)
- (2) 塚田悟之, 高田邦道, 交通工学研究発表会論文報告集, Vol. 38, No. 1, 66-76, (2003)
- (3) Weerapat SESSOMBOON, 杉山誠, 伊呂原隆, 吉本一穂, 日本機械学会論文集 (C 編), Vol. 64, No. 617, 371-376, (1998)