

システム開発の上流工程を支援する性能評価環境の提案 Early-stage performance evaluation in system development

伊川 宏美[†] 但馬慶行[†] 野口孝史[†]
Hiromi Igawa Yoshiyuki Tajima Takashi Noguchi

1. はじめに

近年、システムの大規模化、複雑化が進む一方で、開発期間の短縮やコスト削減、品質向上に対する要求も高まっている。これを両立するためには、開発の手戻りが発生しないよう上流工程でシステムの性能傾向を予測しておくことが重要である。しかしながら、上流工程での検討は少ない人数で短期間に実施されるのが現状であり[1]、特に個別に開発された複数のサブシステムで構成されるシステムは複雑に作用しながら動作するため、システム全体の性能を設計者が試算するのは困難である。そこで本研究では、システム全体の性能傾向を容易に予測可能な性能評価環境を提案する。本稿では、提案環境を搬送システムの構成検討に適用した例について報告する。

2. 対象システムと要件

本研究では、複数の処理モジュールがベルトコンベア等で接続され、部品等を自動で運搬・処理するシステムを対象とする。システムの実現方法には複数の組合せが考えられ、処理モジュールに負荷がかかる状況での性能傾向やボトルネックは構成によって異なることが想定されるため、要求性能を満たす最適な構成を見極めることが必要である。

3. 課題

システム開発の上流工程で性能傾向予測やボトルネック把握を行う取組みについては、ハードウェアとソフトウェア両方を考慮したシミュレーション環境 [2][3] 等が報告されている。しかし、これらは詳細な技術仕様が多数必要であり、環境構築に時間がかかる。また、ハードウェアやソフトウェア仕様の組合せや、搬送対象に複数候補がある場合には、構築がさらに複雑になる。そこで本研究では、上流工程における様々な試行と評価を容易に行う環境を開発する。

4. 性能評価環境

我々はこれまでシステム全体のモデル化手法およびモデルの挙動をシミュレートする環境を開発し、システムの性能傾向予測やボトルネック改善に適用してきた[4]。本研究ではさらに、複数条件のシミュレーション実行と評価を支援するツール群を整備する。

4.1 モデル化手法

本研究では、搬送物の処理時間を推定することでシステム全体の性能予測ができると考え、搬送物の状態を元に基本モデルを定義し、基本モデルの組合せでシステム全体のモデル化を行う。搬送物の状態モデルと基本モデルを図 1 に示す。搬送システム内において、搬送物は(A)処理か(B)搬送の状態を繰り返すが、モジュールの同時処理数によ

ては(A)と(B)の他に待機状態が発生する可能性がある。そこで、(A)と(B)および待機にかかる状態をそれぞれキューで表現し、この 2 つのキューから成る論理モジュール (LM) を基本モデルとした。システム内で処理が発生する箇所にこの基本モデルを割り当てることで、システム全体のハードウェア構成を表現する。また、ソフトウェア仕様は、(A)(B)各々の動作条件に対応させる。

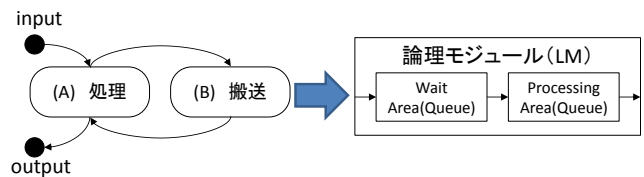


図 1 搬送物の状態モデルと基本モデル

4.2 シミュレータおよび評価支援ツール群

性能評価環境の全体像を図 2 に示す。シミュレータは、前節の手法に基づき構築したシステムモデルと、入力する搬送物の条件とパラメータを合わせた条件リストを入力とし、スループット(TP)やターンアラウンドタイムを出力する。なお、搬送物の条件には、システムへの投入間隔や搬送先モジュール、処理数等を指定でき、パラメータにはシステムの搬送速度や仕様の適用有無を定義できるため、本条件リストを複数用意することで、様々な条件を試行できる。さらに、試行パターンの組合せ数に伴い増加するシミュレーション結果を容易に比較、評価できるよう、出力結果のマージや、搬送物の経路を可視化する支援ツール群も備えている。

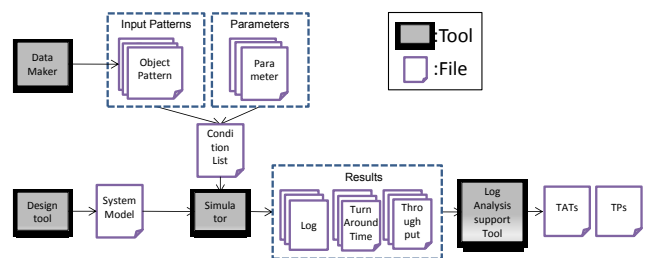


図 2 性能評価環境

5. 提案環境の評価

システム構成の選定を目的として、2 種類の搬送システムに本環境を適用した。両システムとも性能が異なる 3 つの処理モジュールと、混雑時に待機するバッファエリアを備え、ハードウェア構成上の違いは搬送ラインのみとなる。一方は双方向に搬送可能なラインを 1 本用いて搬送を行う構成 (以下、システム A) とし、もう一方は搬送能力を強化し、単一方向のみ搬送可能なラインを 2 本用いる (以下、システム B) 構成とする。これらのシステムを対象として、性能傾向とボトルネック把握を実施する。

[†] (株)日立製作所 横浜研究所
Hitachi, Ltd. Yokohama Research Laboratory

5.1 対象システムのモデル化

提案手法を用いて対象システムのモデル化を行った（図3,4）。ハードウェアは、搬送ライン以外は同じ論理モジュール構成である。また、ソフトウェア仕様は、各論理モジュールについて(A)処理と(B)搬送の条件を定義し実装した。

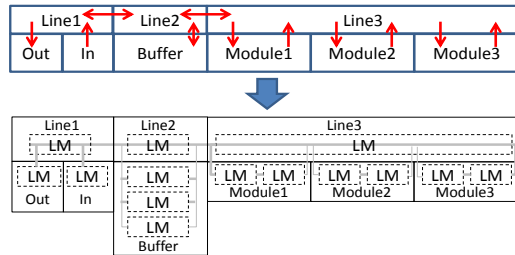


図3 システム A のモデル化

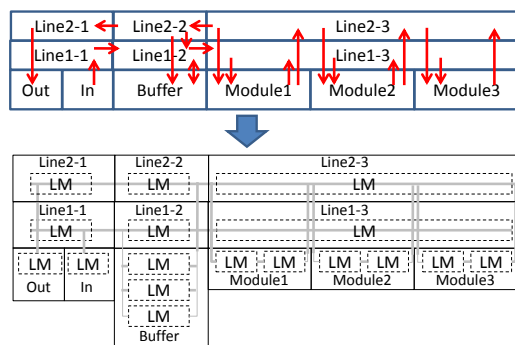


図4 システム B のモデル化

5.2 評価

前節で作成したモデルを用いて、両システムにおける処理モジュールの TP を予測、比較した。条件を以下に示す。

- ・搬送物は必ず全処理モジュールを通る。ただし、モジュールの混雑に応じて処理順序は変更してもよい
- ・処理モジュールの性能は 1000,300,150[object/h]とする

また、各モジュールでの処理数が少ない場合の TP を図5,6に示す。

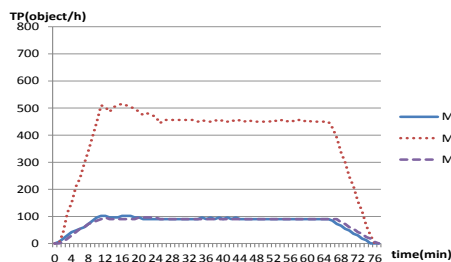


図5 システム A の TP（試行 1）

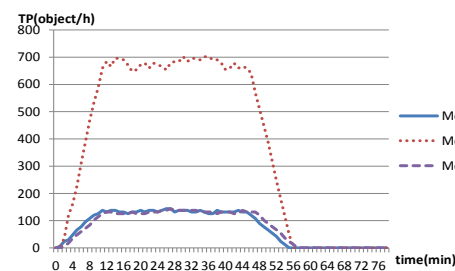


図6 システム B の TP（試行 1）

グラフより、どの処理モジュールにおいてもシステム B の TP は A より比較的高く、搬送能力が高いことがわかる。

次に、モジュールでの処理時間がラインの搬送時間より長くなるよう処理数を増やした場合の TP を図 7,8 に示す。グラフよりシステム間の TP の差は縮まったことがわかる。

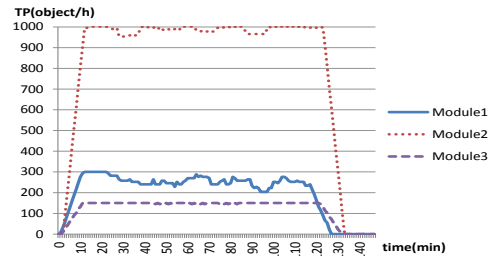


図7 システム A の TP（試行 2）

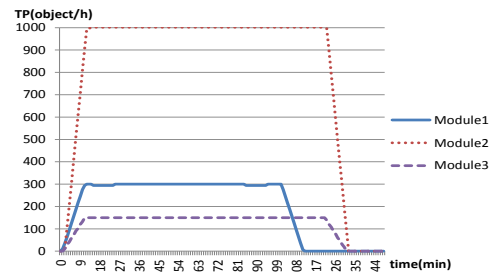


図8 システム B の TP（試行 2）

5.3 考察

上記 2 つの試行より、処理モジュールでの処理数が少ない場合は、搬送物が処理モジュールに滞在する時間が短くなり、ラインが頻繁に使われるため、ラインの搬送能力がボトルネックとなって TP に差がでるが、処理モジュールでの処理数が増えると、処理モジュールの性能がボトルネックとなり TP の差が少なくなることがわかった。すなわち、処理モジュールにかかる負荷が大きい場合、搬送能力の強化は不要であるという知見を得ることができた。このように、システム全体の性能傾向やボトルネックの有無を設計初期に把握できれば、開発コストやシステムの利用傾向を鑑みて、総合的に良いシステム構成を選定することが可能となる。

6. おわりに

本稿では、システム開発の上流工程を支援することを目的として、システム全体の性能評価を様々な条件で実施可能な環境を提案し、搬送システムの構成検討に適用できることを示した。本環境は、ソフトウェア仕様の評価や目標性能達成に必要なハードウェア要件の見積もりにも活用可能である。今後の課題は下流工程のテストとの連携である。

参考文献

- [1]IPA, “「ソフトウェア産業の実態把握に関する調査」調査報告書”, 開発工程ごとの平均要員数と平均開発期間(2012)
- [2]三好他, “MICS:システム設計のためのフレキシビリティの高いシミュレーション環境”, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.10 (2008).
- [3]関他, “機能・性能シミュレーション連携方式による性能予測手法”, 情報処理学会 研究報告 (2008).
- [4]Tajima et al., “Predictive Transportation Control for High Throughput and Short Turnaround Time”, System of Systems Engineering 2012 7th International Conference(2012)