

カートリッジMTライブラリ装置制御方式の
シミュレーション評価

5K-8

田中 愛 小林 隆 栗原謙三

(株)日立製作所システム開発研究所

1. はじめに

磁気テープ操作自動化のニーズに応じて、カートリッジ型テープ最大6.5千巻を収納する自動倉庫機能と、ドライブ装置最大32台に対してテープを自動マウントする機能とを有するライブラリ装置を開発した。その中で、テープ運搬用の2台のアクセッサ・ロボットがお互いに干渉せずに効率良く並行動作する干渉回避制御方式を提案した。本論文では、提案した制御方式の効果を計算機シミュレーションにより、定量的に解析する。

2. ライブラリ装置の構成及び制御方式¹⁾

2.1 システム構成

本ライブラリ装置は、カートリッジ型テープを1巻ずつ格納するテープ格納セル、セルの裏側に設置されデータの記録/再生処理を行なうドライブ装置、セルからテープを取りだしドライブ装置にかけたり、ドライブ装置からテープを外してセルに戻す作業を行なう2台のアクセッサにより構成される。(図1参照)

2.2 干渉回避制御方式

本装置は、設置スペースの制約により、2台のアクセッサが1本のレール上を走行する構造となっている。このため、レール上の動作領域の競合により、一方のアクセッサが他方のアクセッサの動作を終了を待ち合わせる、いわゆる、干渉が発生する。2台のアクセッサがお互いに干渉し合って並行動作ができない可能性が高い。ライブラリ制御の目的は、この干渉による待ち時間を最小限に抑えて、応答性能及びスループットを向上することである。

上記目的を実現するために、左右のアクセッサに対して相互に不可侵の動作領域を割り当て、各アクセッサが極力自分の担当する領域の中で運搬作業を実行できるように制御する。具体的には、次の2つのステップの制御を行なう。(図1参照)

(1) 最適ドライブ装置の選択

要求されたテープに対して、テープの格納セルと同じ領域にあるドライブ装置を割り当てる。さらに、同一領域のドライブ装置が複数個ある場合には、移動距離が最小になるように、その中からテープの格

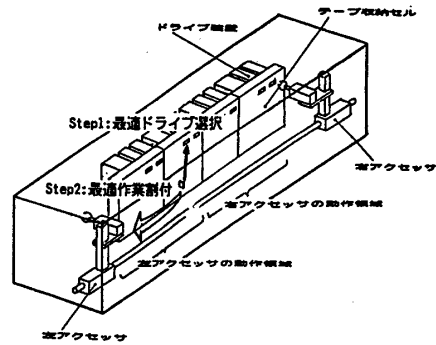


図1 ライブラリ装置の構成と制御方式の概要

納位置に最も近接した装置を選択する。

(2) 最適アクセッサへの作業割付け

ホスト計算機から要求された運搬作業は、到着順に実行待ち行列に格納される。この中から、各アクセッサが担当する動作領域で実行できる作業を割り付ける。さらに、割付の際、相手のアクセッサが現在実行中の作業に干渉しないものを優先する。

3. 制御方式のシミュレーション評価

上述した制御方式の効果と限界を明確にすることを目的として、評価シミュレータを作成し定量的に評価を行なった。

3.1 解析方法

提案した干渉回避制御方式は、最適ドライブ装置の選択と最適アクセッサへの作業割付けの2つのステップの制御により行なう。それぞれのステップの制御の効果を調べるために、2つのステップを制御するもの、1つだけ制御するもの、提案方式の制御を行なわないものの3方式について評価を行なった。

①干渉回避制御 … 最適ドライブ装置選択及び最適アクセッサへの作業割付制御を実施(提案方式)。

②作業割付制御 … ドライブ装置をランダムに選択し、最適アクセッサへの作業割付制御を実施。

③FIFO制御 … ドライブ装置をランダムに選択し、要求到着順にアクセッサに作業を割り付ける。

最適ドライブ選択の効果は①と②、最適アクセッサへの作業割付の効果は②と③の比較により解析する。

評価条件を表1に示す。テープ6.5千巻収納、ドライブ装置32台搭載の最大構成モデルで評価する。ホスト計算機からの入出力要求は、指数分布に従って発生するものとし、テープ1巻あたりの転送データ量は0~200MBの間でランダムとする。

表1 評価条件

条件項目	値
利 用 形 態	入出力要求間隔 同時要求テープ巻数 1巻当り転送データ量
ハ ー ド 構 成 要 素	最大構成タイプ (W)16m(D)1.4m(H)1.9m ドライブ装置 : 32台 MTコントローラ : 4台 走行時間(経) : 1.5 [m/秒] (直) : 1.0 [m/秒]

3. 2 解析結果

(1) ドライブ装置選択の効果

方式①と②により、ドライブ装置選択の効果解析する。最適ドライブ装置選択制御は、運搬作業自体が干渉の少ない効率のよいものとなるため、個々の運搬作業の処理時間(アクセス時間)を低減して、アクセッサ稼働率を低い値に抑える効果がある。

(a) アクセス時間を図2(a)に示す。この図によれば、方式①のアクセス時間は、ドライブ装置選択制御を行わない場合(方式②)の1/2に抑えられることがわかる。これは、運搬作業自体の移動距離が短いためである。

(b) 応答時間を図2(b)に示す。方式①では、アクセス時間の短縮により、応答時間が半分以下に抑えられ、スループットの限界を倍以上に向上できる。また、方式②に比べて、方式①は、マウント到着率が高いときでも、最適なドライブ装置の選択が可能であるため、応答時間が低く抑えられる。

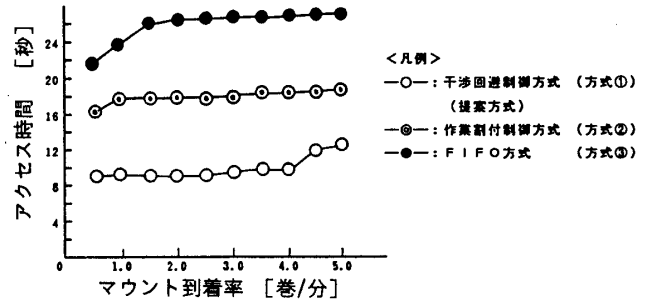
アクセッサ稼働率を図2(c)に示す。この図によれば、方式①に比べて②は、走行や干渉にかかる時間が長い分、稼働率が早く上がっている。その結果、方式②によるスループットは、①よりも、低く抑えられていることがわかる。

(2) アクセッサへの作業割付の効果

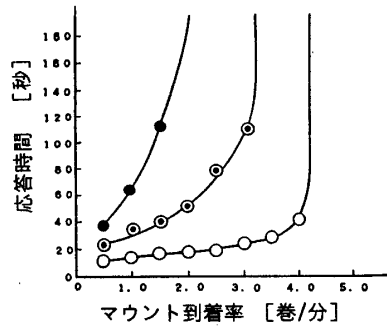
方式②と③により、アクセッサへの作業割付の効果を解析する。アクセッサへの作業割付制御は、アクセッサの干渉を少なくするため、アクセス時間を低減し処理限界に達するのを遅延させる効果がある。

(a) 図2(a)によれば、方式③と比べて②は、マウント要求到着率が低いところでアクセス時間の急な立上りを防ぎ、マウント要求到着率が増加してもアクセス時間を低く抑えられるという効果があることがわかる。

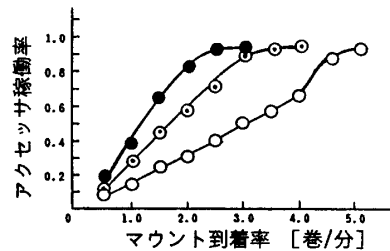
(b) 図2(b)によれば、応答時間はある飽和点に達すると発散する。この点がライブラリ装置の処理限界を示している。②は③に比べて、2台のアクセッサの干渉が少なくなり、アクセス時間がその分短くなる。図において、作業割付制御を行わない場合(方式③)は、処理限界が2.1巻/分である。これに対して、作業割付制御を行なった場合(方式②)は、処理限界は3.2[巻/分]である。



(a) アクセス時間



(b) 応答時間



(c) アクセッサ稼働率

図2 提案方式の評価結果

4. おわりに

カートリッジMTライブラリ装置に搭載された2台のアクセッサを高効率に並行動作させるための干渉回避制御方式をシミュレーションにより評価し、その効果を定量的に確認した。

[参考文献]

1) 小林、他、"カートリッジ磁気テープライブラリ装置の制御方式の提案", 情報処理学会講演論文集(分冊4), PP4-79~4-80, 1990