

ファジー論理を用いたファイル配置制御方式の提案

4P-4

田中 和明* 小菅 昭一* 森山 将治**

(株)日立製作所 *システム開発研究所 **情報システム開発本部

1. はじめに

計算機システムの大規模化、大容量化に伴い、ファイルの配置先管理やシステム性能調整の容易化が望まれている。

本稿では、ICディスク、磁気ディスク等から構成される記憶階層でのファイル配置に関するノウハウをファジー論理で表現し、計算機実運用環境に即して自動的にファイルの配置先やスペース量を決めるファイル配置制御方式を提案する。

2. ファイル配置制御方式

JCL(Job Control Language)で指定されたファイルのアクセス性能やスペース量に対する利用者の要求度、記憶装置の使用状況等を総合的に勘案し、上位の記憶装置の使用効率が向上するようにファイルの配置先を決めることがファイル配置制御の目的である。このため、オペレーティングシステムのファイル配置制御部を次のように拡張する。

- (1) ファイル初期割当て機能：ファイルの性能要求度、要求容量に沿った記憶装置やスペースを確保して初期割当てする。
- (2) ファイル再配置機能：記憶装置の利用状況等を勘案し、記憶階層間、同一階層内で再配置ファイルと移動先を決める。

3. ファイル初期割当て方式

3.1 初期割り当て記憶装置の選択手順

- (1) 性能要求に沿って記憶装置の種類を仮りに決める。
- (2) (1)の記憶装置を選択する妥当性を検証するため、該記憶装置のファイル配置規則を評価し、次のいずれかに決める。
 - (a) 該記憶装置の空き領域へファイルを配置する。
 - (b) 該記憶装置内のファイルを他の記憶装置へ再配置し、空いた領域にファイルを配置する。
 - (c) 記憶装置の種類を下位の記憶装置に変更する。
- (3) (2)(c)では、下位の記憶装置のファイル配置規則を評価する。配置可能な記憶装置がなければ、割当てる記憶資源がないことを利用者に通知する。

この結論を引出すための利用者の指示を確定的に表現することは難しく、Fuzzy論理式で指定する方法を導入した。

ICディスクに対するFuzzyファイル配置規則、および、Fuzzy membership関数の一部を、夫々、図1、図2に例示する。

File Placement Method using Fuzzy Logic
 Kazuaki TANAKA*, Shoichi KOSUGE*, Shoji MORIYAMA**
 *Systems Development Laboratory, HITACHI, Ltd.
 **Information Systems Development, HITACHI, Ltd.

図1 Fuzzyファイル配置規則の例

①	If 性能要求は、ICディスクへの配置を希望 & 空きスペースがかなり残る Then 該ファイルは、ICディスクに配置する。
②	If 性能要求は、ICディスクへの配置を強く希望 & 空きスペースがまだ残る Then 該ファイルは、ICディスクに配置する。
③	If 性能要求は、ICディスクへの配置を希望 & 空きスペースが殆ど無くなる & 該ICディスクの再配置回数は少ない Then 他ファイルを下位の記憶装置へ再配置後、該ファイルをICディスクに配置する。
④	If 性能要求は、ICディスクへの配置を非常に強く希望 & 要求容量に若干足りない空きスペースしかない Then 該ファイルを、ICディスクに配置する。割当て容量は空きスペース分だけ。
⑤	If 性能要求は、ICディスクへの配置を強く希望 & 要求容量分の空きスペースはない & 該ICディスクの再配置頻度は少ない Then 他ファイルを下位の記憶装置へ再配置後、該ファイルをICディスクに配置する。
⑥	If 性能要求は、ICディスクへの配置を強く希望 & 要求容量分の空きスペースはない & 該ICディスクの再配置頻度がやや多い Then 該ファイルは、下位の記憶装置に配置する。
⑦	If 性能要求は、ICディスクへの配置を希望 & 要求容量分の空きスペースはない Then 該ファイルは、下位の記憶装置に配置する。

部：ファジー表現

(2) Fuzzyファイル配置規則の選択方法

各規則の条件部を評価し、状況に最適な規則 (Fuzzy membership関数値が最大なもの [1]) を選択して、その結論部に従った制御を行なう。例で説明する。

【例1】【状況設定】

- ・アクセス性能要求：0.5ms ・割当て要求量：100MB(メガバイト)
- ・ICディスクの空き容量：300MB ・再配置発生頻度：2回

【評価】 表1 Fuzzyファイル配置規則の評価結果

規則	評価値	規則	評価値
①	0.07 = min(1.0, 0.07)	⑤	0.0 = min(0.98, 0.0, 0.55)
②	0.07 = min(1.0, 0.07)	⑥	0.0 = min(0.98, 0.0, 0.02)
③	0.31 = min(1.0, 0.31, 0.55)	⑦	0.0 = min(1.0, 0.0)
④	0.0 = min(0.28, 0.0)		

該ファイルは、規則②の適用によりICディスクに配置される。

【例2】【例1】のICディスクの空き容量が300MBから200MBに変わると、Fuzzy規則①, ②, ③が影響を受ける。

- ・Fuzzy規則①：0.00 = min(1.0, 0.00),
- ・Fuzzy規則②：0.22 = min(0.98, 0.22)
- ・Fuzzy規則③：0.45 = min(1.0, 0.8, 0.45)

今度は規則③が適用され、ICディスク内の他のファイルを下位の記憶装置へ再配置後、該ファイルをICディスクに配置する。

4. 再配置方式

4.1 再配置の契機

- (1) ファイル初期割当てに必要な空き領域が不足してきた時。
- (2) ファイルのアクセス性能向上が望まれた時。
- (3) チャネル/デバイスバス、記憶装置等の使用率の片寄り。
- (4) 記憶装置が増設/撤去される時。
- (5) ファイルが、一つの系の専用になる時、逆に共用される時。

4.2 再配置ファイルの選択手順

- (1) 4.1を契機として、次の基準を条件項とするFuzzy再配置規則を評価し、その状況に適した再配置ファイルを選択する。
 - (a) 未使用中であること。
 - (b) 利用者のアクセス性能要求に極力に沿うこと。
 - (c) 制限時間内に再配置可能なファイルであること。
 - (d) 予想アクセス頻度が許容値内となること。
 - (e) アクセス負荷がバランスすること。

ICディスクから再配置するファイルを選択するFuzzy再配置規則を、図3に例示する。

(2) 再配置対象ファイルの選択方法

- (a) 各ファイルにつきFuzzy再配置規則を評価する。

$A(F_x)$: ファイル F_x に対する全再配置規則の総合評価値。
 $A(F_x) = \max\{ \min\{ R_{ij}(F_x) \} \}$

$i=1, m \quad j=1, n$

$R_{ij}(F_x)$: 第 i 番目のFuzzy規則を、
 If C_i , &...& C_{ij} &...& C_n Then ...
 としたとき、第 j 番目の条件節 C_{ij} の評価値。

$\min\{ R_{ij}(F_x) \}$: 評価状況でのファイル F_x に対する規則 i の適合度を示す。

- (b) ファイル $F_1, F_2, \dots, F_x, \dots, F_k$ の中で、
 $A(F_x)$ の値が最小になるファイルを再配置する。
- (c) 全ファイルの $A(F_x)$ の値が0.0となる場合(例、全ファイルがopen中)、ファイルの再配置はしない。

【例3】【状況設定】

- ・4.(2)の下位の記憶装置へ再配置するファイルを選択する。
- ・ICディスクの使用状況を、表2に示す。

【評価】

- ・ICディスク内のファイルに対する再配置規則の評価結果を、表3に示す。この例では、ファイルAが再配置対象となる。

5. まとめ

本稿では、利用者が与えたファイル配置に関する感覚的で、多面的な指針に基づき、配置先やスペース量等を決めるファイル配置制御方式を提案した。大規模な記憶階層の中で、ファイルの配置管理作業の簡易化が図れる。

参考文献

[1] Zadeh L.A. : Fuzzy Sets, Information Control, Vol.8, pp.338-353, 1965

図3 Fuzzyファイル再配置規則の例

① If 該ファイルはopen中 Then 該ファイルは再配置対象としない。
② If 再配置頻度は少なく & 該ファイルを再配置すると残り空きスペースは殆ど無い Then 該ファイルは再配置対象としない。
③ If 再配置頻度がかなり多く & 該ファイルを再配置しても残り空きスペースはまだ残る Then 該ファイルは再配置対象としない。
④ If 該ファイルのアクセス頻度はかなり多く & 性能要求度は初期割当てファイルより僅かに小さい Then 該ファイルは再配置対象としない。
⑤ If 該ファイルのアクセス頻度はかなり少なく & 性能要求度は初期割当てファイルより大きい Then 該ファイルは再配置対象としない。
⑥ If 該ファイル移動時間が長い & 移動時間は制限範囲を超えないか少し超える Then 該ファイルは再配置対象としない。

部 : ファジ-表現

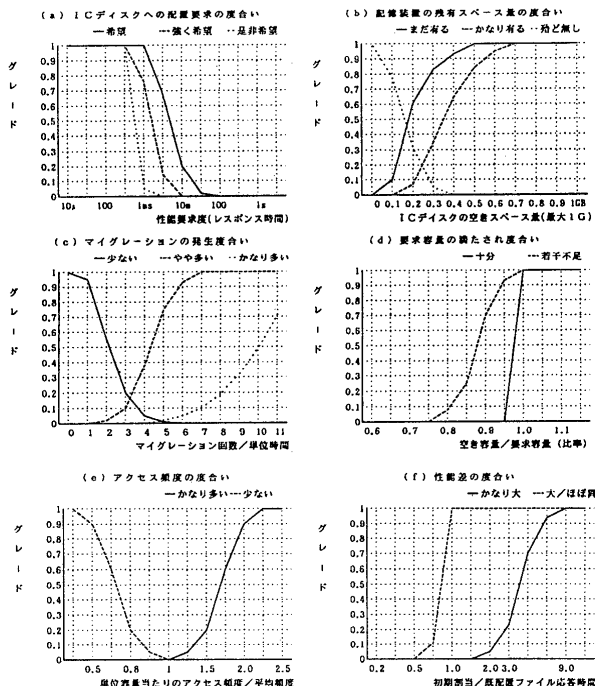


図2 Fuzzy membership function の例

表2 ICディスク内のファイルの概要

ファイル	容量	性能要求度	アーカイブ	使用有無	移動時間	利用率
A	30MB	0.5ms	不可	close	10 s	0.5
B	50MB	1.0ms	不可	close	17 s	0.6
C	60MB	0.8ms	不可	open	20 s	0.9
D	90MB	1.0ms	不可	close	30 s	1.2
E	40MB	0.2ms	不可	open	14 s	2.0
F	200MB	0.5ms	不可	open	67 s	0.8
G	150MB	1.0ms	不可	close	50 s	1.6
H	180MB	1.2ms	不可	close	60 s	0.4
空き領域	200MB	-	-	-	-	-

利用率 : (アクセス頻度/容量・時間) / 平均値

表3 Fuzzy再配置規則の評価結果

ファイル	規則①	規則②	規則③	規則④	規則⑤	規則⑥	A(Fx)	結論
A	0.0	0.0	0.55	0.0	0.9	0.0	0.37	再配置
B	0.0	0.0	0.55	0.0	0.66	0.0	0.46	不変
C	1.0	0.0	0.55	0.0	0.5	0.0	1.0	不変
D	0.0	0.0	0.55	0.04	0.0	0.0	0.55	不変
E	1.0	0.0	0.55	0.9	0.0	0.0	1.0	不変
F	1.0	0.0	0.55	0.0	0.2	0.0	1.0	不変
G	0.0	0.0	0.55	0.4	0.0	0.0	0.55	不変
H	0.0	0.0	0.55	0.0	0.99	0.0	0.84	不変

上段 : 第1条件節の評価値 : $R_{i1}(F_x)$

下段 : 第2条件節の評価値 : $R_{i2}(F_x)$

部 : 各規則の評価値 : $\min\{ R_{ij}(F_x) \}$

部 : 全規則の総合評価値 : $\max\{ \min\{ R_{ij}(F_x) \} \}$