

# 耐障害性のための冗長構成の検討

7L-5

白淵啓明 遠城秀和

NTTデータ通信(株) 開発本部

## 1. はじめに

オンライントランザクション処理分野では、障害発生時の運用停止時間の短縮や運用停止範囲の限定といった高度な耐障害性が要求される。この耐障害性の実現方式として、冗長なシステム構成を利用する方式がある[1]。ここでは、冗長構成として、単一の筐体内に複数のプロセッサを持つシステムと、単一プロセッサを持つ複数の筐体からなるシステムの組み合わせを取り上げる。そして、各組み合わせについて、対象業務のPU間通信量と規模、障害発生時の業務停止時間及び計算機システムの信頼性について比較を行う。この比較をもとに、システムの規模に適したシステム構成を提案する。

## 2. 冗長構成のモデル

### (1) システム構成

業務の遂行に必要な演算能力を $p$ 、1プロセッサ当りの演算能力を $q$ とすると、 $p < q$ ならば1プロセッサでシステムを構築できる。反対に、 $p > q$ ならば複数プロセッサでシステムを構築する必要がある。複数プロセッサのシステム構成を、表1に示す。

表1 システム構成

		プロセッサ数	
		1	N
筐体数	1	(A) 1PU型 $p < q$	(B) 密結合型 $p > q$ 1筐体内で複数PUを結合
	N	(C) 疎結合型 $p > q$ 1PUの筐体を複数結合	(D) 組み合わせ型 $p > q$ (B)と(C)の組み合わせ

### (2) 冗長の実現方式

表1の各システム構成について、冗長構成を実現する方式を以下に示す。

#### (A) 1PU型

予備のプロセッサまたはブロックを追加する。その結果、(B)~(D)のシステム構成に移行する。

#### (B) 密結合型

予備のプロセッサを追加し、障害が発生したプロセッサを代替させる。

#### (C) 疎結合型

予備の筐体を追加し、障害の発生した筐体を代替させる。

#### (D) 組み合わせ型

(B)と(C)を組み合わせる。障害発生時、状況に応じて予備のプロセッサまたは筐体が、障害の発生したプロセッサまたは筐体を代替する。

## 3. 比較

基本的な構成である(B)密結合型と(C)疎結合型を取り上げ、以下の3項目の比較を行う。

(項1) PU間通信量と規模

(項2) 障害発生時の業務停止時間

(項3) システムの信頼性

各項目について以下に説明し、表2に一覧を示す。

### (1) PU間通信量と規模

(B)密結合型は、プロセッサ間の通信速度が高速である。したがって、1トランザクションに必要な回線制御とファイル制御を別プロセッサで行う場合など、プロセッサ間の通信量が多い場合に有効である。しかし、プロセッサ間を結合するバス長や基板上の実装密度等のハードウェアの制約や、共有メモリの排他制御に伴うオーバーヘッド等のソフトウェアの制約がある。

Redundancy comparison between tightly and loosely coupled multiprocessor systems.

Hiroaki USUBUCHI and Hidekazu ENJO  
NTT DATA COMMUNICATIONS SYSTEMS CORPORATION

このため、プロセッサ数が二桁を越えるような大きなシステム向きでない。これに対し、(C)疎結合型はプロセッサ間の通信速度が低く、1トランザクションで必要な処理が1プロセッサ内に閉じる場合など、プロセッサ間の通信量が少ない場合に有効である。また、通信路の長さや通信路上に接続できるプロセッサ数への制約が小さいので、(B)密結合型に比べ、規模の大きなシステムを実現できる。

#### (2) 障害発生時の業務停止時間

(B)密結合型では、業務で使用するテーブルの共有メモリを介した引き継ぎや、プロセッサ間での回線の引き継ぎ機能などを実現できる。これにより、障害が発生したプロセッサから予備のプロセッサへの高速な業務の引き継ぎが可能である。これに対し、(C)疎結合型は筐体間の共有資源がないため、情報の高速な引き継ぎが困難である。予備への業務の引き継ぎのためには、2次記憶に記録したジャーナルを利用したテーブルの再設定や回線の再初期化等のオーバーヘッドがあり、(B)密結合型に比べ業務停止時間が長い。

#### (3) システムの信頼性

(B)密結合型は、プロセッサを結合するバスやコンソール等の共通部分の障害がシステム全体の障害となるため、冗長度を高めても共通部分の信頼性がシステム全体の信頼性の上限となる。また、プロセッサ間が高速な内部バスで結合されるため、運用中に障害プロセッサを交換する活線保守を実現するハードウェアのコストが高い。これに対し、(C)疎結合型は、プロセッサ間の共通の資源がなく、冗長度を高めることがそ

のまま信頼性の向上につながる。また、筐体間の通信路としてSCSIやLAN等を利用できるので、運用中に筐体を交換する活線保守を実現するためのコストを低くできる。

#### 4. 考察

規模に適合する構成を考えると、小さい方から順に「(A)1PU型 → (B)密結合型 → (C)疎結合型」になる。しかし、規模の大きなシステムでは、提供するサービスの内容や対象とする地域によって、多くの場合、業務を複数の小単位に分けることができる。小単位に着目すると以下のことがいえる。

(a) 各小単位内部は通信量が多く、性能に対する要求が強い。また、内部の結び付きが強く、一部を切り離した場合の他の処理への影響が大きい。したがって、小単位内では(B)密結合型が有効であると考えられる。

(b) 各小単位間は比較的通信量が少なく、性能よりも他小単位で発生した障害の影響を受けない信頼性が重視される。また、小単位を切り離した場合の他小単位への影響が小さい。したがって、(C)疎結合型が有効であると考えられる。

上記のように小単位に注目して(D)組み合わせ型を採用することにより、(B)密結合のみで構成するより高信頼、(C)疎結合のみで構成するより高性能なシステムを構築できる。

#### 5. おわりに

冗長構成として、(B)密結合型と(C)疎結合型の2つのモデルを示し比較を行った。実システムへの適用では、対象業務の性質を分析して2つのモデルの最適な組み合わせを実現することにより、性能と信頼性の調和点を見つける必要がある。

#### [参考文献]

- [1] Parag K. Lala, "フォールト・トレランス入門", p79, オーム社.

表2 (B)密結合型と(C)疎結合型の比較

比較項目		(B)密結合型	(C)疎結合型
(1) PU間通信量と規模	PU間通信量	多い	少ない
	規模	中	大
(2) 業務停止時間	情報引継	高速	低速
	停止時間	短い	長い
(3) システムの信頼性	全体の信頼性	共有部分の信頼性が上限	冗長度に伴い向上
	活線保守のコスト	高い	低い