

DVD ライブラリアレイ装置の開発(2)

- ソフトウェア・アーキテクチャ -

4H-9

小池 太† 兼田 泰典† 三部 良太† 寺岡 忠浩† 大枝 高†

†(株)日立製作所 システム開発研究所

1. はじめに

従来の磁気ディスクで構成された RAID¹システムとは異なり、DVD²ライブラリアレイ装置ではドライブ・媒体・ライブラリの各部位の障害が独立して発生する。そのため、ソフトウェア制御が複雑になり、工数が増加する懸念があった。また、容量や信頼性等の製品バリエーションを考慮する必要があった。

今回、我々は DVD ライブラリアレイ装置の開発に階層型状態遷移技法を適用した。制御ソフトウェアを階層毎の状態遷移に分解することで問題を単純化し、設計検証を容易にすることができる。また、機能を局所化することで、機能拡張の際の仕様変更箇所を明確にすることができる。

本報告では、階層型状態遷移技法に基づく 4 層 RAID ソフトウェア・アーキテクチャと実装、及び、機能拡張への対策について報告する。

2. 仕様決定要因の分類

一般に、制御システムの機能は、ユーザや外部装置からの命令を受け、その命令により対象を制御することである。この制御システムは、装置そのものやインターフェイス等の物理的構成と、機能実現のためのアルゴリズム等の論理的構成として分析することができる。制御ソフトウェアへの要求をこれら構成要素に対応づけると、以下の階層に分類できる。

- (1) ユーザ層
制御システムの外部からの見え方に関する。
- (2) 制御モデル層
制御アルゴリズムなどに関する。
- (3) 抽象装置層
対象となる装置の仕様に関する。
- (4) インターフェイス
通信プロトコルなど、外部との接続に関する。

これら 4 つの階層でソフトウェアを構築することで、各階層の位置づけが明確になる。

3. ソフトウェア・アーキテクチャ

3.1 4層ソフトウェア・アーキテクチャ

以上の分析結果より、DVD ライブラリアレイ装置のソフトウェア・アーキテクチャを設計した(図 1)。

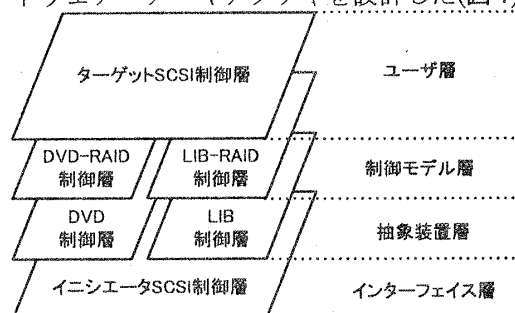


図 1 4層 RAID ソフトウェア・アーキテクチャ

(1) ユーザ層

ホストマシンから見た 1 台の DVD ライブラリアレイ装置を管理する。

(2) 制御モデル層

RAID のアルゴリズム、並びに、RAID グループ（論理ドライブ）を構成する単位の DVD メディアセットの移動に関するアルゴリズムを実装する。

(3) 抽象装置層

DVD ライブラリアレイ装置を構成する機器をオブジェクトとし、その動作と属性を管理する。使用する機器の仕様の違いは、この層で吸収する。

(4) インターフェイス層

各々の機器に対してのインターフェイスのプロトコルを実装する。

3.2 ソフトウェア構造

各階層のオブジェクトを、以下の方針で実装した。

- (1) 並行動作が必要なオブジェクトは別タスクとする。
 - (2) タスク間通信による性能低下やクリティカルなタイミングが考えられるオブジェクトは同一タスクとする。
 - (3) 各タスクは、互いに単純なコマンドで動作するパケットの受け渡しにより起動/実行する。
- 以上の方針によるソフトウェア構造を示す(図 2)。

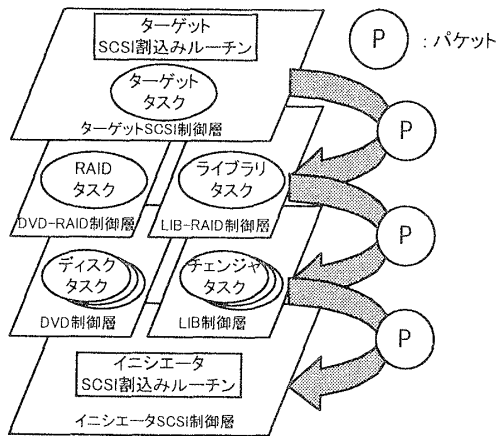


図2 ソフトウェア構造

- (1) ターゲット/イニシエータ SCSI 割込みルーチン
SCSI プロトコルによるコマンドを内部コマンドに変換処理する。
- (2) ターゲットタスク
ホストからのコマンド要求、ホストへのステータス転送を管理する。
- (3) RAID タスク
論理ドライブ単位での RAID アルゴリズムを実装する。
- (4) ライブラリタスク
論理ドライブ単位での DVD メディアセットの状態や位置を管理する。
- (5) ディスクタスク
1 台の DVD ドライブを制御する。
- (6) チェンジャタスク
1 台のチェンジャ装置を制御する。

3.3 効果

4 層ソフトウェア・アーキテクチャに基づき分割したタスク構成により、実現すべき機能を局所化することができた。これにより、機能拡張による変更の影響範囲を限定できる見通しを得た。

また、タスク間の独立性が高く、インターフェイス決定後は、分散拠点でのソフトウェア開発がスムーズになり開発効率向上につながった。

4. 機能拡張への対応

4.1 機能拡張の要因

機能拡張の要因として、以下のものが考えられる。

(1) 論理的変更

RAID 方式の変更や、機器の仕様変更等が考えられる。これらの変更はアルゴリズムに対する変更であり、タスクの論理を変更することで対応する。タスク間のインターフェイスに変更がなければ、他タスクへの影響もない。

(2) 物理的変更

論理ドライブ数やチェンジャ装置の台数の変更が考えられる。これらの変更は、オブジェクトの数の増減に他ならない。タスクの増減に従い、他タスクとの通信経路の実装も考慮する。

4.2 機能拡張の例

論理ドライブを増加する機能拡張を例にとる。

各論理ドライブは独立に RAID 制御を行う。そのため、論理ドライブ数に応じた RAID タスクの実装(タスク数増加)が必要となる。論理ドライブ数増加に従い、DVD ドライブも増加する(ディスクタスク数増加)。

論理ドライブ増加に対するソフトウェア変更を示す(図3)。

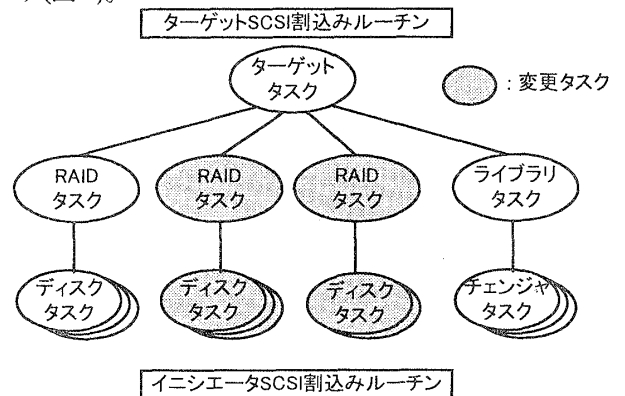


図3 論理ドライブ増加に対するソフトウェア変更

5. まとめ

主な特徴をまとめる。

- (1) 4 階層 RAID ソフトウェア・アーキテクチャ
階層型状態遷移技法に基づき、4 階層の RAID ソフトウェア・アーキテクチャを実現した。
- (2) 開発期間の短縮
階層型状態遷移技法を適用することで、従来に比べ、約 1.5 倍の開発効率向上が確認できた。
- (3) 機能拡張の容易性
機能の独立性を確保することで、機能拡張を容易に行える見通しを得た。

参考文献

- [1] 渡辺：「UML を補完する EHSTM」, 月間ドクター・ドブズ・ジャーナル日本版 1999 年 2 月, pp. 62-73, 翔泳社。

¹ RAID: Redundant Arrays of Inexpensive Disks

² DVD: Digital Versatile Disk