

継続的マイグレーションによるデジタルデータの長期保存

データマイグレーションのためのメタデータ

データマイグレーションのためのメタデータ

当分科会(テープストレージ専門委員会・長期保存分科会)ではこれまで、デジタルデータを100年以上の長期に亘って保存する「デジタルデータの長期保存」について調査・検討してきました。

そして、デジタルデータを次々と新しいストレージ装置に移し変える(マイグレーション)ことで、100年以上の長期保存も可能になると考えました。

テープストレージを専門とする当分科会では、マイグレーションの中でも特に、記録されたビット列をそっくりそのまま保存し続ける「ビットマイグレーション」に注目しています。その活動の最初の報告として、2012年に継続的に繰り返す(ビット)マイグレーションに必要な要件をまとめました。

この資料では、2012年の報告に引き続き、必要要件を満たすために、データマイグレーションにどのようなメタデータが必要となるか、について考察した結果を紹介します。

データマイグレーションシステム

本資料では、データの利用者が、データを長期保存するためのシステムに、データを保存するとき、次のような形でデータマイグレーションを行うシステムを想定している。

1. 保存対象のデータが該当システムの内部で、あるストレージデバイスに保存される。
2. 保存されたデータはシステム内部で別ストレージデバイスへ複数回繰り返し移行される。
3. データの利用者が保存されたデータにアクセスするとき、利用者はシステム内部で行われたマイグレーションを意識する必要がない。

このように、透過的で継続的なデータマイグレーションを繰り返すことでデータの長期保存を実現するシステムを、本資料ではデータマイグレーションシステム、あるいは、単にシステムと呼ぶ。

ここで、マイグレーションの最小単位は、ファイルシステムにおけるファイルあるいはディレクトリである。本資料内では、「狭義のファイル」と明記されていない限り、ファイルおよびディレクトリを広義の「ファイル」と表記する。

メタデータ

本分科会で検討したメタデータは以下の2つの目的のために使用する。

1. マイグレーションの実行そのものが間違いなく行われたことを記録する目的
2. 継続的に繰り返しマイグレーションを行った後もオリジナルのデータにアクセスできるようにするための、必要最低限の情報を維持する目的

データマイグレーションシステムは次のようなタイミングでメタデータを管理・参照する。

1. マイグレーション時: システムはメタデータを追加・更新する。
2. データの読み出し時: システムは、マイグレーション前にデータが存在したメディア・パスの情報をメタデータを用いて認識し、マイグレーション先のメディアに格納された対象データへのアクセス手段を確保する。

システムが本資料で紹介するメタデータを使用してデータへのアクセス手段を確保することにより、データを利用するアプリケーション(データの利用者)は、利用データのマイグレーションの有無を管理する必要はなくなる。

本資料ではデータマイグレーションシステムを構築するために必要なものを「必須メタデータ」、それ以外を「任意メタデータ」として分類している。

必須メタデータ一覧

メタデータ	形式	説明
version	string	使用するメタデータの種別を示すためのversion番号
code	string	メタデータに使用する文字コード
media (with history)	string	マイグレーション元の記録媒体のIDおよびその履歴。(*)
path (with history)	string	mediaメタデータで特定される記録媒体内でのディレクトリを特定するパスおよびその履歴
name (with history)	string	pathメタデータで特定されるディレクトリ内でのファイル名およびその履歴(*)
type	string	ディレクトリ・ファイル・リンク・その他 を区別する(*)
uuid	string	ファイル毎のuuid 8桁 - 4桁 - 4桁 - 4桁 - 12桁の16進数
Complete	boolean	マイグレーション操作が成功したことを確認した場合、真
migrationuuid	string	マイグレーション単位ごとに付ける
ディレクトリのスパニングが発生した場合(**)		
メタデータ	形式	説明
spanninguuid	string	マイグレーション操作をする毎に生成するユニークID
spanningorder	integer	スパニングが発生し、マルチボリュームとなってしまった場合の順番
spanninglast	boolean	スパニングが発生し、マルチボリュームとなった際の順番で最後のボリュームである時に真。

(*) slide 6 の補足説明参照 (**) slide 7 の補足説明参照

必須メタデータ(補足)

media:

マイグレーション元の記録媒体のIDおよびその履歴。

リムーバブルメディアの場合、そのメディアの識別子(バーコードラベル、メディアシリアル番号)を用いることを推奨する。

直接あるいはネットワーク経由で接続される固定ディスクストレージの場合、そのストレージを特定することのできる名前を使用する。例えば、そのディスクが接続されているコンピュータの名前とディスクのボリュームシリアルの組み合わせを使うことができる。

name:

pathメタデータで特定されるディレクトリ内で対象ファイルを特定するファイル名およびその履歴

全角文字・半角文字・アルファベットの大文字小文字は区別する。

保存対象ファイルを保存しているファイルシステム上のファイル名と一致する場合省略が可能。(slide 8 参照)

type:

ディレクトリ、ファイル、リンク等を区別する情報で例えば次の中の一つ。

D: ディレクトリ

F: ファイル

L: リンク情報(シンボリックリンク、ショートカット)

O: その他

保存対象ファイルを保存しているファイルシステム上のメタデータと一致する場合省略が可能。(slide 8 参照)

必須メタデータ(スパニング)

ディレクトリのスパニング:

マイグレーションの対象となるディレクトリとそれ以下のファイルのサイズの合計が、書き込み対象のメディアの空き容量よりも大きい場合には、マイグレーション対象のディレクトリの内容が複数のメディアに分割して記録されることになる。これを、スパニングと呼ぶ。スパニングが発生した場合、通常の必須メタデータに追加して以下のメタデータが必要となる。

spanninguuid:

マイグレーションの実行を区別する。

spanningorder:

スパニングが発生し、対象ディレクトリが複数のメディアに記録された時に、そのスパニングに含まれるメディアについてデータが記録された順番の記録。

spanninglast:

スパニングが発生し、対象ディレクトリが複数のメディアに記録された時に、そのスパニングに含まれるメディアのうち最後のメディアを示す。

任意のデータがspanningorderメタデータを持っているとき、マイグレーションシステムは、同じspanninguuidの値をもつデータを検索することによりスパニングされたディレクトリに含まれていた全てのデータを集めることができる。このとき、spanninglastを示すデータと共に記録されているspanningorderの値が、該当スパニングに含まれるメディアの総数である。

必須メタデータ(省略と継承)

基本的にはメタデータは全てのファイルについて作成されなければならないが、メタデータのサイズ増加の抑制、および更新の効率を高めるために次のような仕組みを使用すると良い。

- 省略

- 必須メタデータが上位ディレクトリと同じ場合、省略を可能とする
- nameおよびtypeメタデータに関しては、ファイルを保存しているファイルシステムのメタデータと一致する場合に省略を可能とする

- 継承

- 履歴の記録が必要なメタデータの値がマイグレーションによって変更されなかった場合履歴の記録は不要とし、継承した値を最新のメタデータとして記録する。
- 例: Tape1 の /data/filename-data.bin がTape3の/data1/dubdata2/filename-data.bin にマイグレーションされ、さらに、Tape5へ同じパス名でマイグレーションされたとき
 - Media=Tape5
 - Path=/data1/subdata2
 - Name=filename-data.bin
 - 履歴
 - Media=Tape3
 - 履歴
 - » Media=Tape1
 - » Path=/data/

任意メタデータ一覧

atime	[年月日]	最新アクセス時タイムスタンプ	sourcemedia	[文字列]	マイグレーション元の記録媒体のID
ctime	[年月日]	最新メタデータ更新タイムスタンプ	sourcepartition	[数字]	マイグレーション元のパーティション番号
mtime	[年月日]	最新アーカイブタイムスタンプ	targetmedia	[文字列]	マイグレーション先の記録媒体のID
size	[数字]	ファイルサイズ	targetpartition	[数字]	マイグレーション先のパーティション番号
extension	[文字列]	拡張子			
os	[文字列]	OS情報	date	[年月日]	実施日
fstype	[文字列]	ファイルシステム情報	application	[文字列]	実施アプリケーション
gname	[文字列]	グループ名	operator	[文字列]	実施者
gid	[数字]	グループID	publisher	[文字列]	実施組織
links	[数字]	リンク数	host	[文字列]	実施ホスト名
perm	[文字列]	ファイルパーミッション	shelf	[文字列]	メディアを保管する棚のID
inum	[数字]	inode 番号	owner	[文字列]	メディアの所有者
uname	[文字列]	ユーザ名	department	[文字列]	メディア所有者の所属部門
uid	[数字]	ユーザID	organization	[文字列]	メディア所有者の所属企業
format	[文字列]	ファイル形式 / フォーマット	country	[文字列]	メディア所有者の所属国
filecreator	[文字列]	ファイルを作成したアプリケーション名	address	[文字列]	メディア所有者の住所
fileplayer	[文字列]	ファイルを再生できるアプリケーション名	zipcode	[文字列]	メディア所有者の郵便番号
acl	[バイナリ]	ACL	phone	[文字列]	メディア所有者の電話番号
mac	[バイナリ]	MACラベル	email	[文字列]	メディア所有者のメールアドレス
xattr	[バイナリ]	拡張ファイル属性			
fork	[バイナリ]	フォーク			
ecc	[バイナリ]	チェックサム / ECC			
shelflife	[年月日]	有効保管期限			
relationship	[文字列]	関連ファイルの情報			

これらのメタデータは、必要に応じて任意に対象ファイルに付加することができる。ただしマイグレーション対象ファイルが、このグループに属するメタデータの値を保持している時は、マイグレーションプロセスにおいて該当メタデータも継続して付加されなければならない。

データマイグレーションのためのメタデータ 補足

- **非ファイルシステムデータの取り扱い**
本資料で提案するデータマイグレーションシステムは、ファイルシステムにおけるファイルベースでマイグレーションを繰り返すことを前提としている。そのため、これまでファイルシステムを用いないで保存されていたデータ(例えばテープメディア上のデータ)などをそのまま当該システムに適用することはできない。そのような場合には、既存のデータをファイル化してからシステムに登録することになる。既存データのファイル化については、例えばCDメディアのisoフォーマットなどが適用できるが、本資料では非ファイルデータのファイル化についての方法には言及していない。
- **メタデータの記録**
本資料で提案するメタデータは、各々のファイル毎に用意される必要がある。拡張属性などファイルに付随するデータを格納する手段が用意されているファイルシステムではその仕組みを使用する、そうでない場合は特定のルールに従って作成したファイル名を持つXMLファイルにメタデータを格納する、などの方法が考えられる。