

A framework for distributed digital object services

Robert Kahn

Robert Wilensky

2020年1月25日

1 Introduction

この文書では、オープンなアーキテクチャであり、大規模で拡張可能なクラスの分散デジタル情報サービスをサポートするインフラストラクチャの基本的な側面について説明する。デジタルライブラリはそのようなサービスの1つである。ここでは、そのようなシステムで見られる基本的なエンティティを定義する。デジタルオブジェクトに入っている情報は保存され、アクセスでき、広められ、管理されている。デジタルオブジェクトを識別および特定するための命名規則を提供し、オブジェクト名を使用してオブジェクトを特定および配布するためのサービスを記述し、アクセスプロトコルの要素を提供する。この論文では、インフラストラクチャのネットワークベースの側面、つまりデジタルオブジェクトのコンテンツに関する知識が不要な側面に焦点を当てている。インフラストラクチャのコンテンツベースの側面の定義は扱わない。

2 Overview and definitions

この章では、はじめにシステム要素の概要を示し、それらがどうやって同時に機能するかを示す。これらの要素は、*digital objects*, *handles*, *metadata*, *key metadata*, *repositories*, *handle generator*, *originators*, *users*, *global naming authorities*, *local naming authorities*, *repository access protocol* の概念を含んでいる。我々は、これらのエンティティの形式的な定義を提供し、それらの詳細を詳しく述べる。

2.1 Informal overview

概念的にシステムは以下のように機能する。*originator* つまりシステム内で利用可能にする電子情報を持つユーザは、その電子情報を *digital object* (以下: デジタルオブジェクト) にする。デジタルオブジェクトは主な要素が電子情報もしくは *data* プラスこの情報に *handle* (以下: ハンドル) と呼ばれる固有の識別子を持つデータ構造である。ハンドルを得るためには、ユーザは権威ある *handle generator* に要求を送る必要がある。ユーザはその時にそのデジタルオブジェクトを1つあるいは複数の *repositories* にデポジットし、他のリポジトリから利用可能にする。あるリポジトリにデジタルオブジェクトをデポジットすると、そのハンドルとリポジトリ名もしくは IP アドレスはグローバルに利用可能な *handle servers* (以下: ハンドルサーバ) に保存される。その後、ユーザーはハンドルサーバにハンドルを提示して、対応するデジタルオブジェクトが格納されているリポジトリのネットワーク名またはアドレスを学習できる。デジタルオブジェクトをデポジットしたり、リ

ポジトリにあるデジタルオブジェクトにアクセスするような相互作用はすべてのリポジトリでサポートされている *repository access protocol (RAP)* を使って成し遂げられる。

リポジトリに保存されているデジタルオブジェクト (とハンドルサーバシステムに登録されているそのハンドル) は *registered digital object* (以下: 登録済みデジタルオブジェクト) と呼ばれている。登録済みデジタルオブジェクトは、おそらく広範囲に利用できるために、他の人に知られるように明示的に構築されているため、ここでは主な関心事である。しかしながら、我々は登録済みデジタルオブジェクトだけを含むためにリポジトリを制約することはない。また、リポジトリはすべて、リポジトリアクセスプロトコルを介してのみ動作するように制限されており、すべてサポートする必要がある。ハンドルはデジタルオブジェクトのための主要なグローバル識別子である。

2.2 Definitions

ここではより形式的に専門用語を定義し、システムの様々な要素の操作を詳細に説明する。

デジタルオブジェクトは *data* (以下: データ) と *key-metadata* (以下: キーメタデータ) の 2 要素を持つ抽象的なデータタイプのインスタンスである。データは以下のように入力される。キーメタデータはハンドル、つまりデジタルオブジェクトに与えられたグローバルに一意的な識別子を含む (指定される他のメタデータを含むかもしれない)。デジタルオブジェクトにプリミティブかつ複合可能なデータタイプは後に議論する。*repository* (以下: リポジトリ) はネットワークアクセス可能なストレージシステムであり、デジタルオブジェクトがその後アクセス・検索可能にするために保存される。リポジトリは少なくとも *repository access protocol* を用いて、デジタルオブジェクトを収集 (depositing) そして利用可能 (accessing) にするために、新しいデジタルオブジェクトを追加するメカニズムがある。リポジトリは *global naming authority* (以下: グローバル命名機関) によって一意性を保証するために割り当てられた、もしくは許可された公式一意名を持っている。一般的にグローバル命名機関はローカル命名機関に名前を割り当てるだろう。そのローカル命名機関はリポジトリ名としてこの名前を使う場合がある。加えて、". ." を付けて新しい一意名要素を付け加えることで新しい名前を作ることができる。それらの各名前は命名機関や潜在的に関連したリポジトリを表している。(一般的にリポジトリは "X.Y.Z" のような形で一意の名前を持っている) リポジトリ名は特定のホスト名に必ずする必要はない。

保存済みデジタルオブジェクトはリポジトリに保存されたデジタルオブジェクトである。加えて、ハンドルは後に示すようにハンドルサーバのシステムに知られるようになることが想定される。保存済みデジタルオブジェクトのハンドルはすでに登録されている（ハンドルは一致するデジタルオブジェクトが保存されるまで登録することができない）。リポジトリはユーザにデポジッターや特定のリポジトリによって設定された条件のもとで保存済みのオブジェクトにアクセスを許可する。登録されたデジタルオブジェクトは、リポジトリに保存され、ハンドルの登録を介して通知されるため、インフラストラクチャにとって最も重要なエンティティである。保存済みデジタルオブジェクトのような中間エンティティは、登録されたデジタルオブジェクトへのアクセスを提供するリポジトリの実装で発生する可能性があるためだけに定義されている。しかし、それらは厳密に必要ではない。例えば、リポジトリはデジタルオブジェクトをデポジットしたりハンドルを登録するサービスに同時に要求する場合がある。従って、先に保存済みを作ることなく登録済みデジタルオブジェクトを作ることができる。

各リポジトリはそれらに保存されたデジタルオブジェクトの *properties record*（以下：プロパティレコード）を持っている。プロパティレコードは、キーマタデータを含むデジタルオブジェクトのすべてのメタデータで構成されるが、リポジトリがそのデジタルオブジェクト用に保持する他のメタデータも含む。理論上、キーマタデータ要素はメタデータの部分集合であり、リポジトリ上のデジタルオブジェクトに対して不変である。

シンプルな *repository access protocol* (RAP) は各リポジトリによってサポートされている（3.1 節にて定義）。RAP の最小限必要な面のみここで述べる。RAP はハンドル、サービス要求の型、また追加のパラメタを指定することで保存されたデジタルオブジェクトもしくはそのメタデータにアクセスすることを可能にする。もしこの要求に応じると、サービス要求の出力は *dissemination*（以下：配布）というように呼ばれる。配布は、アクセスサービス要求とそれに付加された追加データの結果であり、詳しくは後に記述する。*Originator*（以下：創作者）はデジタルオブジェクトを承認または検証するエンティティである。創作者はシステムで利用可能にすることや、その使用条件を定義することなど、各デジタルオブジェクトの責任を負う。すべてのデジタルオブジェクトは創作者を持っている。創作者は彼らが各リポジトリによって確立された手続きに従って、許可または検証するデジタルオブジェクトをデポジットもしくはアクセスを行う。また、他のユーザにそのようにする（オブジェクトの撤回や修正を含む）権利を与えることもある。命名機関はハンドルサーバシステムの中に作ったハンドルを挿入する権利を持っており、そうすることを他者に権利を与えることもある。創作者（もしくは）命名機関はこの権利委譲能力を他者（1つ以上のリポジトリ）に委任していることもある。そのような委任は、創作者に代わってデジタルオブジェクトをさらにデポジットすることを許可する権利や、命名機関に代わって指定されたハンドルのグループを挿入することを許可する権利を少なくとも含んでいる。リポジトリは様々な種類の

追加要求を確立するかもしれない。

登録されたデジタルオブジェクトをデポジットするために使われる最初のリポジトリは *repository of record* (ROR) に指定されている。ROR は他のリポジトリにデジタルオブジェクトのインスタンスを追加することを許可したり、そのようなデジタルオブジェクト（通常、創作者のディレクションにある）のインスタンスの変更や撤回することに責任を負う。ROR の概念は保存された（登録されていない）デジタルオブジェクトのために定義されていない。

ハンドルは許可された *handle generator*（以下：ハンドル作成者）によって作成されたグローバルに一意的な文字列である。ハンドルは2つの論理的部分によって構成されており、セパレート文字によって連結されている。1つ目は、ハンドル生成プロセスを管理しているローカルな命名機関の名前である。2つ目は、そのハンドル作成者から割り当てられたローカルにおいて一意な名前である。創作者はあるハンドルをハンドル作成者に要求するか、使用されるローカルな文字列を提案する。ローカルなハンドル作成プロセスはローカル文字列は一意的であることを保証する。ハンドルは原則として最小の長さは規定されていないが、デフォルトの長さは存在しており必要に応じて上方に調整することができる。

ハンドルを一意的にするために、ローカル命名機関の名前はシステムのグローバル命名機関によって管理されている。グローバル命名機関はローカル命名機関の名前を作成し、割り当てる。今後期待されるローカル命名機関は、検証と登録のためにグローバル命名機関に自身の名前を提案するかもしれない。“X”というローカル命名機関が“X.Y”のような名前の追加派生した命名機関を作成し、それぞれが独自のハンドル作成者を許可する。

最初のグローバルに割り当てられた要素（例：“X”）に加えて、それぞれの後続する命名機関名の要素領域（例：“Y”、“Z”など）は非 null 値であり、“.”を含んではならない。デフォルトのセパレート文字は“/”である（例：“X.Y/local-string”は“X.Y”という命名機関からの典型的なハンドルである）。

ハンドル作成者は個人、組織もしくはマシン上で動く完全に自動化されたプロセスかもしれない。創作者は命名機関を管理する場合があるが、創作者によって管理されていない命名機関もある場合がある。ハンドルを受け取るために創作者はハンドル作成者に何を提供しなければならないのか特定されていない。創作者はオブジェクトに割り当てるためのハンドルを提案する場合がある。加えて、ハンドル作成者は作成するハンドルが特定のデジタルオブジェクトに関連していることを保証する責任を負う必要はない（創作者に任されている場合がある。）。

保存されたデジタルオブジェクトはリポジトリにある *transaction record*（以下：トランザクションレコード）に関連づけられている場合がある。トランザクションレコードはデジタルオブジェクトを含むリポジトリのトランザクションを記録するものである。トランザクションレコードはそのオブジェクトがデポジットされた日時や、検索要求があった日時、要求した団体の身元、オブジェクトを要求したサービスやハンドル、支払いの方法や量を含んだ該当する条件などのエン트리

を含む場合がある。トランザクションレコードは許可された団体に利用可能となるだけである。リポジトリはトランザクションを一定期間保有する必要はなく、必要に応じて様々な時や場所でトランザクションレコードを保存する場合がある。

デジタルオブジェクトは型が付けられたデータである。システムで仮定されているデータタイプは *bit-sequence*, *digital-object*, *handle*, *set-bit-sequences*, *set-of-digital-objects*, *set-of-handles* を含んでいる。その他のデータタイプはシステムのタイプ設計オペレータ *set-of* と *compose* (これらのタイプはその時にグローバルタイプレジストリに登録される) を通して定義可能であり利用可能にできる。メタデータの新しいフィールドを導入することでデジタルオブジェクトのサブタイプを作ることができる。これによって、*computer-science-technical-report* のような *author*, *institution*, *series* などをメタデータに持つデジタルオブジェクトのサブタイプを階層的に作る場合がある。

非公式には、データが集合であり、その要素の1つがデジタルオブジェクト型であるデジタルオブジェクトを複合デジタルオブジェクトと呼ぶ。複合ではないデジタルオブジェクトは、要素と呼ばれる。デジタルオブジェクトのデータは、コピーライトやデザイン特許、その他の権利を主張する情報や材料を取り入れる場合がある。自身のデジタルオブジェクトと関連づけられた権利が存在する場合がある。ある著者がオブジェクトに組み込まれた可能性のある作品の著作権を主張するためにデジタルオブジェクトを提出した可能性がある。著作権は特定の提出された表現の形式で修正された基礎となる作品に関係するため、権利は通常、他のデジタルオブジェクトに含まれる作品の表現を含むがそれに限定されない作品のすべての表現に関する。

文学作品は多くの異なる形式 (LaTeX, PostScript, GIF など) で作られる。各固定は、それぞれ独自のハンドルと他のメタデータを持つ個別の (要素) デジタルオブジェクトに対応する場合がある。データがデジタルオブジェクトの集合である複合デジタルオブジェクトはそのとき作られる。同様に、構成するオブジェクトが PostScript で書かれたシェイクスピアの文学作品の固定だったとする複合オブジェクトを作ることができる。この複合デジタルオブジェクトのハンドルは、事実上シェイクスピアの文学作品の PostScript のコレクションに名付けられる。

複合デジタルオブジェクトを使わずに同様の効果を構築することが可能ということに注意されたい。例えば、ある作品に一致することを目的とした単一のデジタルオブジェクトは *set-of-digital-objects* ではなく、*set-of-bit-sequences* のデータタイプを持つことができ、その中に各固定の型を含むことができる。この場合、デジタルオブジェクトは一致する個々の固定が存在しない場合がある。他の可能性としては、データが *set-of-handles* であるデジタルオブジェクトを持っていることである。この場合、ハンドルは個々の名前をつける。そのようなデジタルオブジェクトには、ハンドルをさらに説明 (または注釈) する他のデータフィールドが含まれる場合がある。

我々は他のデジタルオブジェクトへの参照を提供することが

主な目的となっているデジタルオブジェクトを言及するために非公式用語として *meta-object* を使う。データ型が *set-of-handles* であるデジタルオブジェクトと、ハンドルを許可するマークアップ言語のデジタルオブジェクトの両方が、*meta-object* のインスタンスになる。デジタルオブジェクトはリポジトリに置かれたあとに変えられる *mutable* (以下: ミュータブル) である場合がある。変更可能なキーメタデータは存在せず、(オリジナルのデジタルオブジェクトもまた変更されない限り) 含まれる既知のデジタルオブジェクトも変更不可であるが、その他のほとんどは変更が許容される。ミススペルやその他のエラーを修正するためにマイナーチェンジが行われる可能性がある。ミュータブルな複合デジタルオブジェクトは新しいフォーマットに基礎となる作品の表現を追加することで修正することができる。可変性は、時間とともに変化するように設計された、または動的に計算されるデジタルオブジェクトを許可する便利な方法でもある。変更できないデジタルオブジェクトを *immutable* (以下: イミュータブル) と言う。あるオブジェクトがイミュータブルの場合、一度リポジトリに置かれたら、機能的にオブジェクトのデータに依存するその後のすべての要求の結果は全く同じに違いない。一度ミュータブルあるいはイミュータブルにオブジェクトがセットされたら自身ではそれを変更できない。同等の効果に達することを望むユーザは同じデータと変更したメタデータを使って新しいデジタルオブジェクトを作成しなければならない。必要に応じて、オリジナルのオブジェクトを削除することもできる。

リポジトリに保存されるデジタルオブジェクトには特定の様式はない。概念的には、デジタルオブジェクトの記述は厳格に論理的である必要があり、特定の実装に記述するためのものではない。特に、特定のデジタルオブジェクトにアクセスするための要求のレスポンスとして、サーバはその場でデジタルオブジェクトを計算するプログラムを実行することが可能である。複数のデジタルオブジェクトを、要求に応じて送信するプログラム (データベースマネージャーや知識ベースシステムなど) に埋め込むことが可能である。そのプログラム自身はデジタルオブジェクトである。従って、アクセスしたりデポジットすることは仮想プロセスであり、実際のオブジェクトのデポジットや検索を含む場合と含まない場合がある。

3 Accessing digital objects

3.1 Repository access protocol (RAP)

各リポジトリはデジタルオブジェクトや (デジタルオブジェクトの) 情報のアクセスやデポジットを許可するためのシンプルなプロトコルをサポートしなければならない。これは Repository Access Protocol (RAP) と呼ばれている。RAP は最も基本的な能力だけをを提供することを目的としており、時間とともに発展する場合がある。リポジトリはその他の理解しやすい基準に合うオブジェクトにアクセスすることをユーザに可能にする強力なクエリ言語をサポートしている場合がある。現在のところ、RAP はハンドルによってデジタルオブジェクトのアクセスとデポジット、関連するリポジトリサービスが含まれる。各これらの能力は異なる結果を生成し、サービス要求

の特定の性質に依存する。

3.1.1 Access to a digital object (ACCESS_DO)

一般に、デジタルオブジェクトへのアクセスは、サービス要求で提供されたパラメータに応じて、デジタルオブジェクトまたはそのメタデータに対して指定された操作を実行するサービスプログラムを呼び出す。定義されたサービス要求はメタデータとキーマタデータそしてデジタルオブジェクトを含む。他のシステムレベルのサービスが定義されている場合がある。そのような追加のサービスの考えられる例は暗号化されている場合がある。すなわち、デジタルオブジェクトを暗号化した形式もしくは圧縮された形式で返される。

デジタルオブジェクトが **ACCESS_DO** を通してアクセスされた時、その受取人がデジタルオブジェクトのキーマタデータやリポジトリの識別子、その結果を生成したサービス要求や通信のメソッド、そしてトランザクションレコードのエントリに一致するトランザクション文字列のような情報に加えてサービス要求の結果を受け取る。トランザクション文字列はリポジトリで一意である。加えて、その配布はそのデジタルオブジェクトや素材の使用に適用する特定の規約と条件を含むそのオブジェクトの詳細レコードのいくつかの部分の適切に承認されたバージョンを含む場合がある。

上述したように、ACCESS_DO サービス要求の性質次第で配布はデジタルオブジェクト自体として保存されない場合がある。代わりに、デジタルオブジェクトのデータの一部、圧縮形式のデジタルオブジェクトデータ、デジタルオブジェクトのデータの実行結果など、登録されたデジタルオブジェクトに含まれていないデータが含まれる場合がある。しかし、すべての場合において、デジタルオブジェクトのキーマタデータは含まれている。

コピーライトの観点から見ると、サービス要求が特定のデジタルオブジェクトから作られた配布を作成する場合、そのデジタルオブジェクトはその配布に含まれる場合がある。ある意味でその配布はデジタルオブジェクトと関連付けられた権利によって阻止される場合がある。例えば、保存されたデジタルオブジェクトのデータがあるテレビ番組のエピソードを表しており、その配布がそのテレビ番組の2分だけと一致したデータを含んでいた場合、たとえすべてのデータが正確に含まれていなくとも、その配布は法的意味のデジタルオブジェクトが含まれていると言うことができる。

3.1.2 Deposit of a digital object (DEPOSIT_DO)

様々な形式の **DEPOSIT_DO** が可能である。例えば、ある形式ではデータ、ハンドル、そしておそらく他のメタデータを引数として持ち、これらの引数から保存されるデジタルオブジェクトと詳細レコードを作成する。他の考えられる形式としておそらく追加のメタデータとともに、引数としてデジタルオブジェクトを取り、単にそれをデポジットする。さらに他の形式ではデータとあるノンキーマタデータだけを必要とし、自動的にハンドルサーバからハンドルを要求し、一斉にオブジェクトを保存しハンドルを登録する。**DEPOSIT_DO** コマンドは存在するデジタルオブジェクトを追加のリポジトリに複製するために使われる。DEPOSIT_DO コマンドは存在する

ミュータブルなデジタルオブジェクトを直接修正するためにも使われる。あるいは、存在するデジタルオブジェクトの修正されたバージョンはオリジナルを修正することよりも新しいデジタルオブジェクトとして保存される場合がある。

3.1.3 Access to reference services (ACCESS_REF)

このコマンドは特定のリポジトリと（または）そのリポジトリにあるオブジェクトの情報にアクセスする代替の手段を特定するための同一の理解された方法を提供する。2つのレスポンスが考えられる。(i) 情報なし。(ii) サーバとプロトコル名のペアリスト、名前付きプロトコルを話す各サーバがリポジトリの内容に関する情報を提供するという解釈である。(すなわち、我々はリポジトリがインデックス化され、質問され、または記述された要素を持つことを許可する手段を提供する。例えば、リポジトリはその要素についての情報のプロバイダになることが可能である。しかし、リポジトリの要素のアカウントリングが利用可能であること、もしくはいずれかのサービスから利用可能であることは必須ではない。これは、リポジトリ自体が首尾一貫したコレクションに対応している必要がないためである。首尾一貫したコレクションは、独立して動作するリポジトリに分散されている場合がある。)

最初の RAP は故意にシンプルにされており、すべてのより複雑なトランザクションは他のプロトコルもしくはその後の RAP の拡張によって処理されることを想定されている。前者の場合、より洗練されたリポジトリのための RAP の主な用途は RAP がサポートする (Z39.50, SQL3, ZQL, Dienst など) 代替のアクセスメソッドとして他のプロトコルを提供することである。

3.2 The handle server infrastructure

高信頼度の分散されたハンドルサーバシステムはインフラの一部として維持されている。これらのサーバは、対応するデジタルオブジェクトが利用可能なネットワークリソースにハンドルをマップする。ハンドルディレクトリサーバもまた規定する。これらはよく知られた位置に格納され、ハンドルサーバのネットワークアドレスのテーブルを維持する。このテーブルは一般的にすべてのアイテムを”容認できる”最新にするために十分な頻度で各参加しているサイトによってダウンロードされる。ローカルハンドルサーバもまた存在する。ローカルハンドルサーバは、もし関係するハンドルをローカルに保存しておきたい場合にある組織によって運用できる。これらのローカルハンドルサーバはハンドルサーバのグローバルシステムにアクセスする場合があるが、グローバルシステムから必ずしもアクセス可能ではない。ハンドルサーバにキャッシュすることもまた、頻繁に使われるハンドルの位置情報を保存するために、個人ユーザに変わってローカルのワークステーションで実行される場合がある。

ハンドルサーバシステムは登録されたデジタルオブジェクトへの国際的基本アクセスの手段にする目的である。最悪の場合、ユーザはハンドルサーバにハンドルを提示し、許可された当事者がハンドルによって指定されたデジタルオブジェクトを含むと断定したりポジトリについて通知を受けることができる。ハンドルサーバは、リポジトリの場所を特定するため

の唯一の手段ではなく、主要な手段でさえない。主要なアクセスはローカルで、また付加価値のあるサービスプロバイダーによって、さまざまな異なる、場合によっては互換性のない方法で提供される。そのようなサービスと相互作用するユーザたちはハンドルとは遭遇しないかもしれない。そして、そのようなサービスは RAP を通して、もしくはハンドルを含まないプロトコルを通してリポジトリと相互作用する場合がある。

ハンドルサーバは多くのサービスを提供する。そのうちの3つが RESOLVE, INSERT, DELETE である。特定の命名機関のハンドルエンティティを挿入、削除そしてその他の変更が許可されたパーティをハンドル管理者と呼ぶ。命名機関は一般にその他の代わりにハンドル管理者として振る舞う1つ以上のリポジトリを指名する。この任命は命名機関によってハンドルサーバシステムに知られる。

(i) RESOLVE: ハンドルはそのオブジェクトを含むリポジトリのネットワークアドレスを配置するためにハンドルサーバに送られる。ハンドルは、最初にハンドルディレクトリサーバテーブルからハンドルサーバを見つけるためにマッピングされますが、それ以外の場合は解釈されない。また、別のシステムにハンドルを提供して、上記の手続きを呼び出して、指定されたオブジェクトを見つけることもできる。ローカルハンドルサーバはマッピングをするための技術を使用するかもしれない。インフラの一部として維持されるハンドルサーバは、ハンドルをハッシュすることでハンドルをマップする。特定されたリポジトリが指定されたオブジェクトを提供するという保証はない。むしろ、ユーザーは、指定されたリポジトリが、リポジトリサービスの許可された管理者が特定のデジタルオブジェクトが存在することを示している場所であることだけを保証する。

ハンドルはただの一意な文字列であるため、文字列を解釈することを試みるメカニズムを含んだいくつかのメカニズムによって実際のリポジトリにマップすることができる。リポジトリ名は実際のネットワークアドレスではなく、それらは最初にネットワーク位置にマップされたものに違いない。これらのマッピングを達成するメソッドは特定されていない。ハンドルサービスは、両方の種類のマッピングで利用可能な手段の1つであり、少なくとも特定のリポジトリの RAP プロトコルをサポートするインターフェイスの場所を指定する。リポジトリや命名機関、または / もしくは創作者の国識別子を明確に提供する必要がある。ただし、現時点では国識別子は省略されている。

リポジトリがハンドルサーバによって特定されるとき、リポジトリのネットワークアドレスに直接そのハンドルをマップすることがもっとも効率的になる。このマッピングはリポジトリ名からリポジトリ位置への二重参照を行う必要がなくなる。リポジトリの場所を変更する場合、対応する変更を行うためにハンドルサーバに通知する必要がある。あるリポジトリ名は特定のマシンに位置づけるためのブロードキャストアドレスに解決することが可能である。これは、単一のリポジトリが、特定のサイトのローカルエリアネットワーク上の複数のマシンで構成される場合である。ハンドル管理者はハンドルサーバに IP

アドレスやドメイン名やその他の情報を保存すべきかどうかを決定する。

(ii) INSERT (DELETE): ハンドルをネットワークシステムに関連づける情報はハンドル管理者もしくはそれを許可されているその他のパーティによってハンドルサーバシステムに挿入（もしくは削除）される。そのような許可されたパーティは ROR を含んでいる。ROR は、特定のデジタルオブジェクトが格納された（または格納されなくなった）ことを、デジタルオブジェクトがそこに預けられた（引き出された）合理的な時間後にハンドルサーバシステムに知らせると推定される。同様に、ROR は他のリポジトリの ID をハンドルサーバシステムに通知し、特定のデジタルオブジェクトの格納を許可する。ハンドルサーバシステム許可されていない要求の受け取り次第である管理上の機能を実行する場合がある。加えて、報告の形式は不正を検知できるエンティティが保証されることが望ましい場合がある。

3.3 Value-added reference services

ハンドルサーバシステムはデジタルオブジェクトがどこにあるかについての情報の *safety net* として意図されている。他の疑いもなくリポジトリにあるデジタルオブジェクトの位置についてユーザに情報を提供する便利なサービスである。しかしながら、我々はこのようなサービス自体をシステムのインフラの一部として見なしていない。代わりに、それらは付加価値サービスで構成されており、その性質上、制約するのが適切ではないと考える。加えて、上述したように我々はそれらの要素の記述を提供するようにリポジトリに要求しない。リポジトリは首尾一貫したコレクションを含んでいない場合があるため、リポジトリをクエリしたり検索したりすることはユーザではなくリポジトリ管理者のみに適切なサービスになる場合がある。おそらく、そのような能力は付加価値サービスの形で存在するだろう。ユーザーが特定の性質のデジタルオブジェクトを識別するために問い合わせるのは、リポジトリ自体ではなく、そのようなサービスである。そのようなサービスはとくに首尾一貫したコレクションを含むことを意図した場合に、それら自身のリポジトリによって要求される場合がある。しかし、そのようなサーバは適切に動作するリポジトリの要件ではない。

4 Imposing semantics on handles

上述したように、ハンドルはローカルの命名機関名とその命名機関において一意な識別子の2つの論理的要素を持つことを仮定されている。これらの命名機関はある方法で割り当てられる。例えば、“berkeley”と名付けられた命名機関がある。“berkeley”は“berkeley”ドメイン内の他の命名機関の権限を与える。“berkeley”ドメイン内では、名前はローカルに他の命名機関に割り当てられる。したがって、“berkeley.cs”という名前は USB Computer Science 技術レポートシリーズを命名することに責任を負う機関に割り当てられる場合がある。この特定の命名機関は同様の文法規則にしたがっているが、一般には正しいインターネットアドレスに一致しないことに注意されたい。

特定の命名機関はデジタルオブジェクトに意味的もしくは無

意味的な文字列を割り当てる独自の規則に従う場合がある。例えば、"berkeley.cs" は技術レポートの提案された規則に従い、対応するデジタルオブジェクト（複合オブジェクトまたはメタオブジェクト）のそれぞれにローカルハンドル（「csd-93-712」など）を与えることができます。（csd = Computer Science Division のただし、ここでは、単一の命名機関が複数の異なるシリーズを発行する可能性を示すために使用している。）このデジタルオブジェクトの完全一意ハンドルは以下のようになる。（"/" は命名機関名とその機関に固有の文字列から分離する。）

berkeley.cs/csd-93-712

さらに、多くの固定（フォーマット）のそれぞれで、この作品のためにデジタルオブジェクトが存在する場合がある。これらの固定のハンドルもまた意味的に解釈できる。すなわち、"csd-93-712/all.ps" はこの作品（"csd-93-712/all.tif" : TIFF バージョンのハンドル）の PostScript バージョンと一致するデジタルオブジェクトのためのハンドルの一意でローカルな部分である可能性がある。他の方法でハンドルを作成するために他のスキームが使われているかもしれない。例えば、ハンドルのローカル部分は日時フォーマットと一致するかもしれないので、上記のデジタルオブジェクトは以下のようなハンドルをもつかもしいない。

berkeley.cs/1994.12.05.23.42.12;7

これらのハンドルフォームは他の表記からの様々なコンテキスト内のハンドルと区別するために様々な構文ラッパーの中に組み込むことができる。例えば、URN 文法で表記すると以下のようになる。

<URN:ASCII:ELIB-v.2.0:berkeley.cs/csd-93-712>

ここで "ELIB-v.2.0" は (ELIB を通して) これは電子ライブラリマテリアルのための URN であることを提案することになっている。他の可能性としては Grass と Arms が提案した URL に似た表記であり、"hdl://" というプレフィックスから続くハンドル名である。

hdl://berkeley.cs/csd-93-712//berkeley.cs/
1994.12.05.23.42.12;7

この表記法のユーザーは、ネットワークサービスではなく名前デジタルオブジェクトを処理する一方で、サービスに名前を付ける URL との混乱を避けるために注意が必要である。さまざまなサービスが、意味的規則を利用して、ハンドルサーバーを参照せずに、ハンドルを指定してオブジェクトを特定する場合がある。例えば、命名機関が自身のリポジトリを持っており、参照サーバーがそれに関連づけられている場合がある。参照サーバーは（おそらく追加のサービスを通して）検索され、この特定のレポートの場所を照会される。

ユーザはもちろんあらゆる意味的もしくはシステムコンテンツをハンドルに組み込むように試みる場合がある。また、ハンドル自身のコンテンツに課すことが面倒なのももっともである。

代わりに、ハンドル自身は解釈されないことを公に宣言しており、間接的な追加レベルを導入することでそれらを解釈することができる。今日のファイルシステムで行われているように、追加の命名機関はユーザ志向のニックネームをシステム志向のハンドルに変換するために作られる。

5 Conclusion and summary

この論文では高い柔軟性を提供し、国際レベル企業に非常に適応する、分散されたりポジトリシステム内のデジタルオブジェクトの命名、特定、そして呼び出しのためのメソッドを提供する。オブジェクトやその位置について推定することなくデジタルオブジェクトの位置を見つけることができる。また、さまざまなユーザーが自分の利益のために使用できる付加価値の規則も認めている。たとえば、参照サーバーは、グローバルハンドルによってオブジェクトを内部的に参照し、さらに、このオブジェクトが存在すると考えられているか、または認識されているリポジトリを追跡する。ユーザがもしこのオブジェクトを要求した場合、その参照サーバーはそのリポジトリ名もしくはアドレスを検索し、リポジトリサービスを決定し、オブジェクトのあるバージョンをユーザへ送ることを要求する。または、サーバーは代わりに実行時にオブジェクトのハンドルを使用して、オブジェクトを格納するリポジトリまたはサービスの名前をハンドルサーバーに構文的に照会する。

このシステムはパブリックやプライベートな命名機関も許可する。多くの命名機関はプライベートであり、選ばれた顧客（例えば、部署の技術レポートを作成することに対して適当であるメンバー）に識別子を割り当てているだけである。しかし、パブリック命名機関は要求したすべての人に識別子を作成することによってサービスを提供することができる。正式な組織と関連していない個別の市民は、プライベートな目的もしくはパブリックな広告のために保存したいオブジェクトの識別子を生成するためにパブリック命名機関を使う場合がある（例：創作者が命名機関を管理していない場合）。

CS-TR プロジェクトにおいて CNRI はグローバル命名機関に加えて、意味的ハンドルの有無に関わらず受け入れるハンドル管理サービスを提供している。このサービスはハンドルセマンティクスを活用していない。ただし、参加者は、ハンドルセマンティクスがあれば、それを利用してオブジェクトに直接アクセスできる。各参加機関は自身の名前を自由に提案または要求することができる。