

D-4

ISO 19100 地理空間データの SemanticWeb での利用に関する研究
 Research for use of ISO 19100 Geographic information data on Semantic Web

-UML 表現データモデルから RDF Schema への変換-

- Conversion to RDF Schema from UML representation of geographic information datamodel-

齊藤亮† 田中文基† 金井理† 岸浪建史†

Makoto SAITO Fumiki TANAKA Satoshi KANAI Takeshi KISHINAMI

1. はじめに

地理情報の標準化を行う ISO 19100 シリーズ^[1]では、メタデータモデルや地理空間データモデルを含む様々なデータモデルを UML で規定している。一方 W3C の提案する次世代 Web モデル Semantic Web^[2]では、RDF や RDF Schema (RDFS)^[3]を用い Web 上の様々なリソースに対しメタデータを付与できる仕組みを提供している。この仕組みにより、Web 上のあらゆるリソースに対し検索可能になり、またメタデータで用いられる様々な概念間の意味的関係の記述を行うことで、高度な検索が可能になる。

本研究では地理空間データと地理的位置付けを持つ Web 上のリソースとの意味的関係を考慮した高度な検索を行うために、UML 表現の ISO 地理空間メタデータモデル^[1]を RDFS へ変換する。また異なるメタデータのモデル間の関係を RDFS に追加し、それらの意味的関係を考慮した検索を行う。

2. RDF (S) による意味的関係を考慮した検索方法

図 1 に RDF (S) による意味的関係を考慮した検索方法の概念図を示す。まず UML で記述された ISO 地理空間メタデータモデルを RDFS へ変換する。次に、変換された RDFS と他のメタデータのモデルに対する意味的関係を追加することにより、異なるメタデータのモデル間に存在する意味的関係を考慮した検索が可能になる。最後に地理空間データ及び地理的位置付けを持つ Web 上のリソースの RDF ドキュメントを作成する。以上により、RDFS とその検索ツール及びクエリ言語を用いて地理情報のメタデータと他のメタデータとの意味的関係を考慮した検索を行うことが出来る。

3. 地理空間メタデータモデルの RDFS への変換

ISO の地理空間メタデータ^[1]の UML モデル (図 2) を RDFS で表現するために、UML と RDFS 間のマッピングを行う。本研究では表 1 のマッピング規則を提案する。ここで、UML

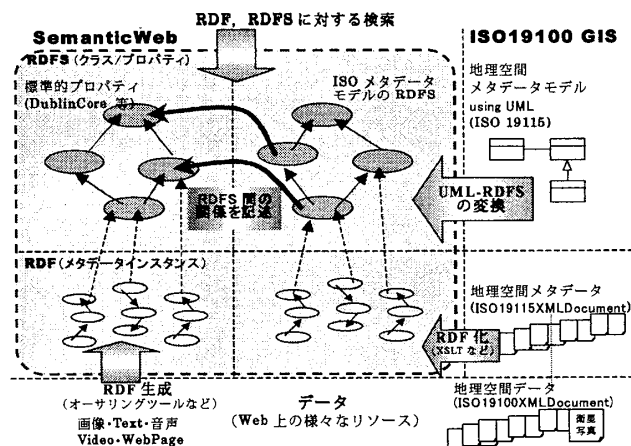


図 1-RDF(S)を用いた地理情報の検索方法

†北海道大学工学研究科, Graduate School of Engineering, Hokkaido University

の属性及び関連の多重度は RDFS へのマッピングが困難なためマッピング対象から外した。RDFS の生成は、UML モデルの XML 表現である XMI に対し XSLT を適用することで自動化可能である。自動生成された RDFS の例を図 3 に示す。

表 1-UML-RDFS の変換表

UML クラス図 モデルエレメント	RDF Schema	RDF の例
基本クラス ClassA (インスタンスは ID を持つ) ClassA	rdfo:Class ただし GI_CLASS はそのインスタンスが ID を持つ	ClassA #resourceA
ClassA の属性 attA ClassA attA: typeA	rdfo:Property ClassA attA ClassA typeA	ClassA attA #cleA #typA
集約 ag1 ClassA ClassB ag1	rdfo:Property ag1 ClassA typeA	#cleA ag1 #cleB
汎化関係 ClassA ClassC	ClassA ClassC	ClassC #resourceC
ステレオタイプ {CodeList} ClassE (属性の中からいくつかを並べるとし選択) ClassE + aaa + bbb	rdfo:Literal ClassE rdfo:comment Select the value "aaa" or "bbb"	属性 attA の型が ClassE の場合 #cleA attA "aaa" or #cleA attA "bbb"
ステレオタイプ {DataType} ClassD (インスタンスは ID を持たない) {DataType} ClassD attID: typeD	rdfo:Class ClassD rdfo:comment インスタンスは ID を持つリソースとなる	属性 attA の型が ClassD の場合 ClassD attA attD #typD

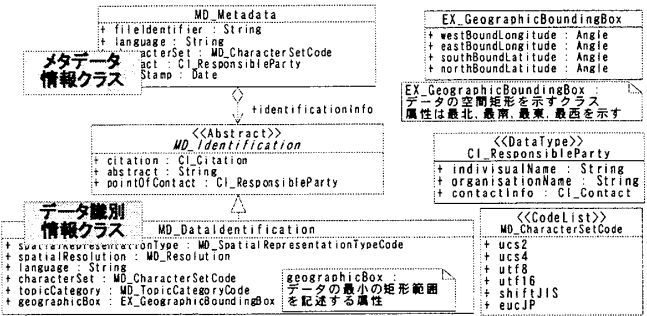


図 2-ISO DIS 19115 メタデータ UML モデルの例

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:rdfo="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  >
  <rdfo:Class rdf:ID="MD_Metadata" >
    <rdfo:subClassOf rdf:resource="#GI_CLASS" />
  </rdfo:Class>
  <rdfo:Property rdf:ID="MD_Metadata.fileIdentifier" >
    <rdfo:domain rdf:resource="#MD_Metadata" />
    <rdfo:range rdf:resource="http://www.w3.org/TR/xmlschema-2#string" ...
  </rdfo:Property>
  <rdfo:Property rdf:ID="IdentificationInfo" >
    <rdfo:domain rdf:resource="#MD_Metadata" />
    <rdfo:range rdf:resource="#MD_Identifier" />
  </rdfo:Property>
  ...
</rdf:RDF>
```

図 3-XSLT により自動生成された地理空間メタデータの RDF Schema の例

4- RDFS間の関係の記述

メタデータのRDF間で意味的關係を考慮した検索を可能にするために、異なるメタデータのモデル間に存在する意味的關係をRDFSに追加する。本研究では、地理空間メタデータモデルのRDFSと、メタデータの標準的モデルであるDublinCore^[4]のRDFS^[4]を用い、DublinCoreの空間範囲を表す要素及び修飾子と、地理空間メタデータモデルの空間範囲を表すクラス及び属性の間にある意味的に等価な關係に着目し、図4に示す關係を追加した。すなわち、二つのメタデータのモデルにある空間範囲を表す項目、空間範囲の矩形を表す項目、矩形の境界を表す項目に対し、それぞれ意味的に「等価である」という記述をRDFSに追加した。

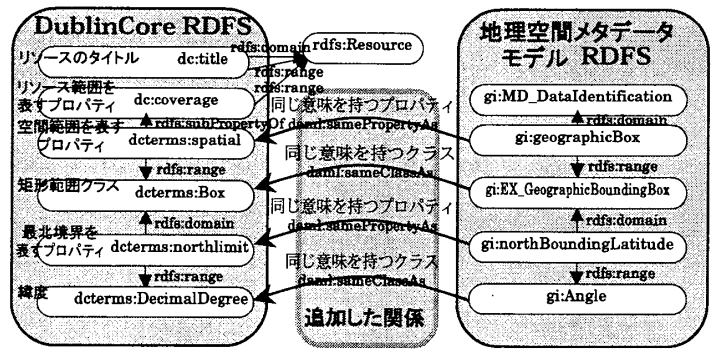


図4-空間範囲を表すDublinCoreのRDFS(左)とISOメタデータモデルのRDFS(右)およびその意味的關係

5. RDF, RDFSを用いたデータ検索の例

RDFSで定義されたある項目を対象とする検索を行う場合、その項目と意味的に等価な項目も検索対象に含めることができる。その例を示すために本研究ではRDF, RDFSを扱うことが可能な検索ツールSesame^[5]を用いる。Sesameの検索エンジンは、RDFSで記述されたモデル間の關係とRDFドキュメントへの問い合わせが可能なクエリ言語RQL^[6]を実装している。

ここで、検索者が「北大農学部」の載っている地理空間データを検索する場合を考える。図7にその検索過程(①~⑥)の概念図を示し各過程で実行されるRQL式を表2に示す。まずDublinCoreのtitle要素に「北大農学部」の値があるリソースを検索し(①)、いくつか該当するリソースが検索されたとする(②)。次にそれらのリソースからDublinCoreの空間情報の項目が記述されたリソースを検索し、その項目から北大農学部の空間範囲を取得する(③)。この例では、北大農学部のWebページに関するRDFドキュメントにその空間情報(緯度経度)が記述されているとする。そしてDublinCoreの空間情報を示す項目と意味的に等価な項目を検索し(④)、検索された項目を含む、地理空間データに関するRDFドキュメントの空間範囲を検索・取得する(⑤)。最後に、それぞれのRDFドキュメントで記述された空間範囲に関する情報を比較し(⑥)、北大農学部の空間情報の値が地理空間データの空間範囲に含まれているならば、その地理空間データの所在(URI)を出力する。

表2-各過程でのRQL式	RQL式
①②	SELECT URI FROM (URI) dctitle (KEY) WHERE KEY='北大農学部'
③	SELECT NI FROM (URI) dcternorthLimit (N1)
④	SELECT P WHERE P in samePropertyAs (dcternorthLimit)
⑤	SELECT MAP_URI, N2 FROM (MAP_URI) @P (N2)
⑥	SELECT MAP_URI WHERE N1 <= N2

図5-Sesameによる検索例とその概念図

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF xmlns:gi="http://www.isotc211.org/19115#" >
<rdf:Description about="http://minf.coln.eng.hokudai.ac.jp/map/hokudai.tif" >
  <rdf:Description rdf:ID="MD_Metadata 1">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.isotc211.org/19115#MD_Metadata" />
    <gi:MD_Metadata.fileIdentifier>http://minf.coln.eng.hokudai.ac.jp/map/hokudai
    <gi:MD_Metadata.language>en</gi:MD_Metadata.language>
    <gi:MD_Metadata.contact>
      <DataTypes> クラスのインスタンス(匿名リソース)
      <gi:CI_ResponsibilityParty.IndividualName>Makoto SAITO</gi:CI_Respons...
      <gi:CI_ResponsibilityParty.organisationName>Hokkaido Univ.</gi:CI_Res...
    </rdf:Description>
  </gi:MD_Metadata.contact>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:ID="EX_GeographicBoundingBox 1">
<rdf:type resource="http://www.../19115#EX_GeographicBoundingBox"/>
<gi:EX_GeographicBoundingBox.westBoundLongitude>141.3238889</gi:EX_Geo...
<gi:EX_GeographicBoundingBox.eastBoundLongitude>141.3508333</gi:EX_Geo...
<gi:EX_GeographicBoundingBox.southBoundLatitude>43.05194444</gi:EX_Geo...
<gi:EX_GeographicBoundingBox.northBoundLatitude>43.09333333</gi:EX_Geo...
</rdf:Description>
 空間範囲の最小矩形を表すクラスおよび属性のインスタンス
</rdf:RDF>
```

図6-北大全域の衛星写真に関するRDFドキュメント

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:dcterms="http://purl.org/dc/terms/">
<rdf:Description rdf:about="http://www.hokudai.ac.jp/agricu/">
  <dc:title>Hokkaido Univ. Agriculture</dc:title>
  <dc:format>text/html</dc:format>
  <dc:identifier>http://www.hokudai.ac.jp/agricu/</dc:identifier>
  <dc:language>JAPANESE</dc:language>
  <dcterms:spatial>
    <rdf:Description>
      <rdf:type rdf:resource="http://purl.org/dc/terms/Box" />
      <dcterms:westLimit>141.3408333</dcterms:westLimit>
      <dcterms:eastLimit>141.3418889</dcterms:eastLimit>
      <dcterms:southLimit>43.06944444</dcterms:southLimit>
      <dcterms:northLimit>43.07111111</dcterms:northLimit>
    </rdf:Description>
    DublinCore 修飾子による空間矩形を表すインスタンス
  </dcterms:spatial>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

図7-北大農学部Webページに関するRDFドキュメント

図6は北大全域の衛星写真に関するRDFドキュメントであり、地理空間メタデータモデルのRDFSに従っている。また図7はDublinCoreのRDFSに従う北大農学部のWebページに関するRDFドキュメントである。図8はこれらのRDFドキュメントに対する検索結果である。図8の項目は左から、検索キー、検索キーに該当するURI、意味的に等価な關係を用いて検索された地理空間データのURIを示す。

以上により、メタデータのモデルの、ある項目に対し、意味的に等価な項目を検索対象に含めた検索の例を示した。

6. おわりに

本研究では、UML表現のISO地理空間メタデータモデルとRDFS間のマッピング方法を提案し、地理空間メタデータのRDFSを生成した。また地理空間メタデータモデルとDublinCoreのモデルの間にある意味的關係をRDFSに追加した。さらに地理空間データに関するRDFドキュメント、及びWeb上のリソースに関するDublinCoreに従ったRDFドキュメントを作成し、それらRDF(S)を用いて意味的に等価な項目を検索対象に含めた検索の例を示した。

```
Query results:
KEY URI MAP_URI
Hokkaido Univ. Agriculture http://www.hokudai.ac.jp/agricu/ http://minf.coln.eng.hokudai.ac.jp/map/hokudai.tif
1 results found in 185618 ms.
```

図8-Sesameによる検索結果の表示例

参考文献

[1] ISO/DIS 19115 Geographic Information - Metadata, 2001
 [2] IPSJ, 情報処理vol.43, No.7, 特集セマンティックWeb, pp707-750, 2002
 [3] W3C, Resource Description Framework (RDF), http://www.w3.org/RDF/
 [4] Dublin Core Metadata Initiative, Expressing Dublin Core in RDF/XML, 2002
 [5] Aidadministrator et. al., http://sesame.aidadministrator.nl/
 [6] ICS-FORTH, The RDF Query Language (RQL), http://139.91.183.30/RDF/RQL/