

Title	コンテンツネットワーク形成におけるメタデータの限界
Sub Title	
Author	金子, 晋丈(Kaneko, Kunitake)
Publisher	慶應義塾大学デジタルメディア・コンテンツ統合研究センター
Publication year	2019
Jtitle	慶應義塾大学DMC紀要 (DMC review Keio University). Vol.6, No.1 (2019. 3) ,p.29- 46
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	特集 DMC研究センターシンポジウム第8回「デジタル知の文化的普及と深化に向けて」メタデータ再考 開催日時：2018年11月20日(火) 14:00～17:30 開催場所：慶應義塾大学日吉キャンパス西別館1 講演
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO32002001-00000006-0029">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO32002001-00000006-0029</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

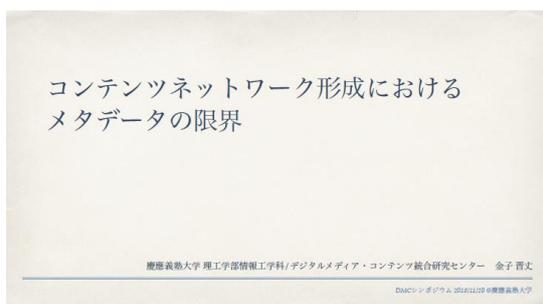
## 講演

### 「コンテンツネットワーク形成における メタデータの限界」

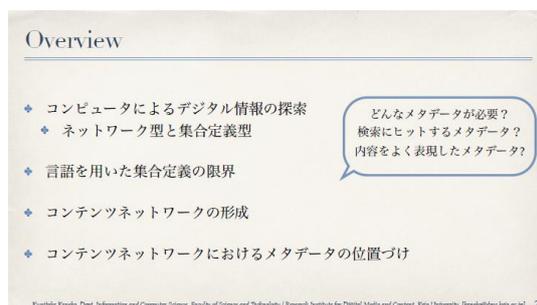
金子晋丈

(慶應義塾大学理工学部専任講師)

・ DMC 研究センター研究員)



ご紹介ありがとうございました。理工学部情報工学科の金子と申します。DMC 研究センターの研究員も務めております。きょうはコンテンツネットワークとメタデータに関してお話したいと思います。ここにいらっしゃる方はコンテンツネットワークとはなんだと思われていると思うのですが、そのあたりも含めてお話できればと思っております。きょうの内容ですが、コンピューターによるデジタル情報の探索はどのようなプロセスを踏むのだろう、人間でもそうですが、情報の探索のフェーズみたいなところを、最初お話できればと思っています。



現実にもどういふ形で探索をやっている、本当はあるべき姿とはどういふものなのかなというところから始めて、現在のキーワード検索に代表される言語を用いたやり方の限界が伝わればいいかなと思っております。一方で、「ネットワーク型と集合定義型」と書いていますが、ネットワーク型のほうがコンテンツネットワークというもののなのですが、それはどういふふうにしたらできていくのだろうか、最終的にはメタデータはどういふものなのかというものをお話できればと考えております。

まず、コンピューターによるデジタル情報の探索ですが、こちらにある映画のタイトルを持ってきました。『ターミネーター』、ご存じない方はいらっしゃると思いますが、『ターミネーター』の最初のものが左側、2 個目が右側、その後続編も出ていますが、スペースがないので二つだけです。

コンピュータによるデジタル情報の探索

- 世界中のデジタル情報を背景に動作する情報サービス
- ターミネーター(1984)のskynet
  - 自律分散型システムを用いた情報処理システム
  - 処理された情報に基づき動作するマシン(ロボット)
- +
- マシンが「人間を征服したい」と考えた(SF的脚色)
- Google検索の代行
  - キーワードを変えながら検索を繰り返す作業
  - コンピュータは人間のかわりに作業できるか?



c.f. 第五世代コンピュータ群 (570億円, 1982-1992)

Kawabata Kenkichi, Dept. Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology / Research Institute for Digital Media and Content, Keio University. [www.dmc.keio.ac.jp/](http://www.dmc.keio.ac.jp/)

最初のもので出されたのが1984年です。僕はつい最近までこの1は見たことがなかったのですが、『ターミネーター』のストーリーは皆さんご存じですか。漠然と覚えていらっしゃる方もいると思いますが、マシンというロボットとコンピューターが一体化したようなものが人間と戦っていくという話です。その悪の権化みたいなやつがskynetというもので、ニューラルネットワークベースのartificial intelligenceが動いています。これはべつに僕が付け加えたわけではなくて、これが当時から言われていたトピックです。ですから、皆さんが最近AIと言っているのは、1984年の話をしているということになります。



1984年はどういう時代かと考えると、たとえば国内では第五世代コンピュータプロ

ジェクトというのがありました。知っている方は知っていると思いますが、調べましたが、莫大な570億円を10年間かけて使い、人工知能ベースのコンピューターをつくるという新しいプロジェクトです。ですから、時期がドンピシャであるというのを、まず一つ分かっていただけたと思います。

もう一つが、インターネットです。インターネットというのは、自律分散型のシステムで動く。その二つを組み合わせると、『ターミネーター』というのは『アバター』をつくったジェームズ・キャメロンという監督がつくっているのですが、ジェームズ・キャメロンはたぶんこの二つを組み合わせると、このストーリーを組んでいるのではないかと、僕は現段階では思っています。

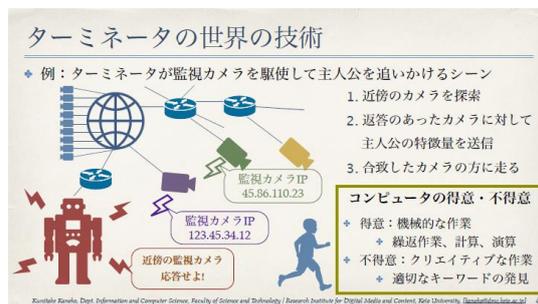
整理しますと、自律分散型インターネットにそれぞれが独自のルールに基づいて動きながら、全体として協調的な動作をしていく。自律分散型システムを用いた情報処理システムと、処理された情報に基づき動作するマシン、ロボット、それが技術的な背景にあり、SF的な味付けとして、マシンが人間を征服したいと考え始めたということで、この『ターミネーター』はストーリーとしては動いていることになります。

もちろん誤解なく言っておきますと、これはSF的脚色ですので、べつにコンピューターが頑張ったところで、マシンが人間

を征服したいと考え始めることはないので、これを議論すればするほど世の中が破滅に向かうのかとか、金子の研究は軍事研究だとか、全然そういうわけではないのでご安心ください。

こういった『ターミネーター』の世界が、1984年にある種SFとして出てきたにもかかわらず、一向にコンピューターが独自に情報を解析して、それを使っていくという形にまだまだなっていないのはなぜかという、技術的には考える必要があるかなと思います。

これが1984年の例ですが、いまのわれわれの生活でいくと、Google検索の代行ができるコンピューターがあるかというのと、ほぼほぼ似ている考え方になると思います。皆さんがGoogle検索をやるときは、キーワードを入れて結果が返ってくる。少し不満のある、所望の結果が返ってこなかった場合は、キーワードを変えてもう一度入れて結果が返ってくる、それを何回か繰り返すという作業がGoogleの検索作業になると思うのですが、これはコンピューターに代行させることができません。なぜかというと、コンピューターは次に浮かぶキーワードが浮かんでこないからです。これがそもそもの上の話（ターミネーターのskynet）と下の話（Google検索の代行）で実は共通しているバックグラウンドということになっています。



さて、技術者ですので『ターミネーター』の世界を実現しようと思ったら、どんなITシステムがあればできるのかを考えるわけです。SFを見ながら、「これはどういう技術があったらできるかな、これは無理だね」ということを考えるのは楽しいのですが、『ターミネーター』のリアルなやつを持ってくるとあれかなと思ひまして、ロボットにして、これは逃げている主人公みたいな絵です。



すごく典型的なシーンとして、スライド4に、監視カメラが街中であって、世界中に監視カメラがインターネットにつながって存在しているみたいな絵を描いています。では、『ターミネーター』のシーンでいくと、マシンが逃げている人を探し出すためにはなにをしなくてははいけないかと。よくイメ

ージ的には監視カメラを捉えて、あそこに映っているというのが分かって、あちらにいるんだと追いかけるシーンになっていると思いますが、それをやるためにはものすごく大変なことが必要なんです。

なぜかという、ロボットはこの人が映っているカメラがどこにあるかを知らない。そもそも自分の周りにどんなネットワークカメラがあって、それが本当に自分の近くにいるかが分からないので、仮にたとえ世界中に1億台の監視カメラがあったとして、1万台でもいいですが、その中から自分の近辺もしくは逃げている主人公の近辺のカメラを、10台でも100台でも限定してチョイスすることができないので難しくなってきました。



ネットワーク的には違う位置にそれぞれいます。この監視カメラはこんな IP アドレス (45.86.110.23)、このカメラはこんな IP アドレス (123.45.34.12)、違う場所にあって、違う場所にあるから、ただ単に IP アドレスの一番下の桁を1増やせばいいとか、1減らせばいいとか、そういう話では

なくて、なにかしらのメカニズムでこのカメラを見つけてこないといけないというところに、最初の技術ポイントがあります。

ところが、映画ではこんな話はなくて、自動的に見つかったみたいな、「やばい、やばい」と思わせるわけですが、見つけてくることになります。一番僕が安直に思い付いた技術的な解決策は、ロボットが自分から電波を発して、近くの監視カメラがそれに対して応答するわけです。電波が届く範囲にいる監視カメラが「僕の IP アドレスなんだよ」というのを返してあげる。そうすると、このロボットは自分の近くにある監視カメラの一覧を入手できるので、それに基づいてその監視カメラたちに、「こういう特徴の顔をしたやつがいたら教えろよ」みたいなことを言うと、『ターミネーター』の世界が出来上がってくるかなと思うわけです。なんとなく伝わりましたか。

コンピューターには得意なことと不得意なことがあるわけです。ここを理解しないとうまくシステムがつかれないわけですが、コンピューターが得意なのは完全機械的な作業です。繰返作業やこういう計算をなささい、こういう演算をなささいというのがコンピューターの得意なこと。不得意なことは、なにか新しい発想を求めること、これはコンピューターには現段階ではできないものになっています。

これを考慮してこんなシステムをつくっ

てみたわけですが、これをもう少し整理してみます。これが情報探索の手順の一つのサンプルと思って整理しているわけですが、最初はその1億台なり1万台なりの監視カメラから、追いかける相手が映っているであろう、映っているかもしれないエリアの100台を選んでくるフェーズ、逆に言えば1億台から100台以外を消すフェーズが最初にあります。その次に出てくるのが、その100台のカメラ映像から顔が一致するものを見つけてくる、情報を精査するフェーズになる。100台で見つからなかったら、もう一度100台を1000台に変えて探し直しましょうというのがだいたいの流れになります。

### 情報探索の手順

- ◆ 情報探索の手順
  1. 無関係な情報の除去 (情報選択) フェーズ
    - ◆ 世界中の1億台の監視カメラから、対象とする100台のカメラを選択
      - ◆ 位置情報(電波の届く範囲)に基づき、近隣カメラを発見
  2. 情報精査のフェーズ
    - ◆ 100台のカメラ映像の確認 (観感、全部見れば良い)
  3. 見つからなければ、除去フェーズからやり直し
    - ◆ 近隣範囲を広げ(電波の出力を上げ)対象カメラを1000台に
    - ◆ 移動して、別の範囲の100台に
- ◆ 情報(カメラ)が多ければ多いほど、手順1が重要
  - ◆ 除去しなければ、無駄な情報精査が増え、システムが効率的に動かない(=非現実的)
  - ◆ Google検索の利用に手順1は存在しない(=そして、利用者はすべての検索結果を確認しない)

こう考えたときに、いまの検索技術はなんなんだろうとか、いまわれわれがやっている情報の探索はどういうことなんだろうというので、たとえば1番の情報選択フェーズをカットするとなにが起こるのだろうか。1億台世の中にあるので、仮に1億台のリストがあったとしたら、1億台にすべて問い合わせて、その顔が映っていますかというのを返す。それだけ聞くと、それで

もいいのではないかと思うかもしれませんが、そういうことをしたいユーザーが1000人いたら、1万人いたら、10万人いたら、そのシステムは動くのだろうか。そうすると、それは動かないわけです。リクエストが集中して処理ができないので、動かないということになります。

では、皆さんがやられている Google 検索は、この例でいうと、実は最初から情報の精査のフェーズに入ってきます。キーワードを入れてこれに合致するものだけを返してくださいということです。たとえば、Keio University で Google 検索すると何件ヒットするか分からないですが、軽く1万を超える数字がヒットしましたみたいなものが出てくると思います。皆さんが見るのは最初の10個ぐらいです。それは精査していないことになりますね。1万件ヒットしたうちの100件だけ、最初の10件だけを見ると、残りの99万9990件は無視されるということで、実は適切な情報探索のフェーズを経していない、情報探索ができていないというのが、実際のいまのITにおける情報探索の問題と考えています。

最初の情報選択、ここには絶対あいつはいないというのを排除するフェーズをスキップできるかという問題は、いろいろ考えさせられる問題です。それを二つのやり方で対比的に書いておきます。

情報選択フェーズをスキップできるか？

- ◆ 事前に「近傍」集合を定義しても、定義通りの利用はできない
- ◆ 定義を知らないと使えない、利用時(者)と定義時(者)のギャップ
- ◆ 「近隣」情報の探索
- ◆ 全体像不明時は「関係ある情報集合を選択する」(2値的な制御)よりも状況に応じて「より無関係な情報を除去する」(連続的かつ柔軟な制御)

隣接状況等も含めてよく知らないが使えない  
隣接状況を利用者が把握できるようにする

Kanagawa Institute of Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology / Research Institute for Digital Studies and Content, Keio University. [www.keio.ac.jp](http://www.keio.ac.jp)

たとえば、『ターミネーター』の世界で、頭の中はアメリカのハリウッドのような感じになっているところで、日吉というすごくローカルな地名を出してあれなのですが、たとえば日吉に監視カメラがあって、この監視カメラ群は日吉1丁目にあります、この監視カメラ群は日吉2丁目にあります、この監視カメラは日吉3丁目にありますとあらかじめ定義してあげて、それを使って逃げ続ける主人公をうまく見つけられるかという話をここでは取り上げたいと思います。

たとえば、逃げる相手がここだけでぐるぐる回っていて、逃げているのが日吉1丁目だというのが分かれば、なんとなくオーケーそうです。でも、逃げているときに、日吉3丁目のほうに行ったり2丁目になったり、実際日吉1丁目と日吉3丁目は隣接していないのですが、架空の話だと思っていただいて。ぐるぐるやっていると、いまその主人公は何丁目にいるのだろうか、あの通りを隔てると日吉何丁目に行くんだろうか、そういったことを全部把握した上で、いまだこの集合に対して検索をかけないと

いけないのかということをやらないといけないのが、実はこちらのモデル(スライド6の左の図)になっています。



こちらに別のモデル(同、右の図)を書いてみました。こういう集合を捉えるのではなく、それぞれのカメラが相互に近いカメラのことを知っているだけの世界です。この世界だと1カ所場所が決まって、いまここに映ったよとなると、ユーザーはそこから近い位置にいるので、その近傍のカメラを自在に設定することができます。仮に100台のカメラでいなかったら、1000台に広げてあげましょうとか、ユーザーが移動したらユーザーが移動した方向でまた円を描いてあげましょうという形で、変幻自在にその集合を変えてあげることができるのが、こちらのネットワーク型のモデル(同、右の図)になっています。

すなわち、ここで言いたかったのは、こういう形態(同、左の図)を取るときは、関係ある情報の集合が相互にどういつながりになっていて、どのエンティティがどこに属しているのかを完全に把握している

場合には、非常に速やかに場所を特定できて、情報を選択することができるのですが、よく分からないときは実はこれはうまく使えないことになります。いまそもそも自分は日吉1丁目にいるか2丁目にいるかすら分からない場合には、左のモデルはなかなか使えないということになるかと思えます。

言いたかったのは、たとえば Google 検索をするときに、皆さんは世界中のポキャブラリーを知っていて、それぞれがどういう位置で集合が管理されていて、それが分かっているのであれば、キーワードを入れて適切に情報を持ってくることができるけれども、それを知らないのであれば、うまく使えないということをこの例は表しています。

どちらかというと、世界中の情報を知らないのであれば、こちらのモデル（同、右の図）のほうがより適していて、自分が少なくとも知っているところから徐々にたどって、本当に知りたいところに近づいていく、そういうことができるのがこの右のモデルになろうかと思えます。

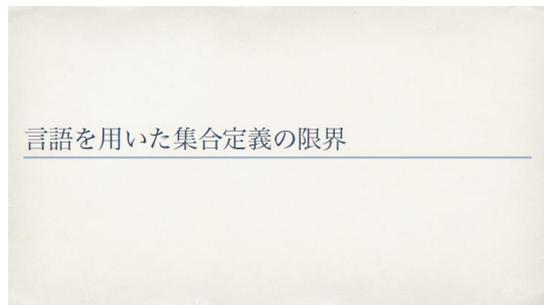
情報除去フェーズをスキップできるか？

- ◆ 事前に「近傍」集合を定義しても、定義通りの利用はできない
- ◆ 定義を知らないと使えない、利用時(者)と定義時(者)のギャップ
- ◆ 「近隣」情報の探索
- ◆ 全体像不明時は「関係ある情報集合を選択する」(2値的な制御)よりも状況に応じて「より無関係な情報を除去する」(連続的かつ柔軟な制御)

隣接状況等も含めてよく知らないと思えない      隣接状況を利用者が把握できるようにする

以下では、この左のほうを集合定義型、右

側をネットワーク型という名前で呼びたいと思います。



次に、集合定義型で言語を用いて集合を定義した場合に、さらにどんな問題が加わってくるのかについてお話ししたいと思います。ここは先ほどの原先生のお話と微妙にオーバーラップする部分ですが、たぶん原先生のほうが非常に具体的な事例を挙げてご説明いただいているかもしれないので、うまく頭の中で merge させながら聞いていただきたいと思います。

キーワード検索

- ◆ 検索エンジン
  - ◆ キーワードをindexにして、該当するファイルの一覧を保持
  - ◆ 入力されたキーワードに合致するファイル集合を提示

検索エンジンが保持する一覧表

Index	ファイル		
0x54 0x68 0x69 0x73 (This)	file_red.txt	file_red.txt	
0x69 0x73 (is)	file_red.txt	file_red.txt	
0x72 0x65 0x64 (red)	file_red.txt		
0x62 0x6c 0x75 0x65 (blue)	file_blue.txt		
0x70 0x65 0x6e (pen)	file_red.txt	file_red.txt	

非常にシンプルなキーワード検索の実現方法を書いておきます。キーワード検索をやる際には、たとえば file\_red.txt と file\_blue.txt があったときに、それぞれの要素である単語がそれぞれ表に管理されることとなります。「This」というのは This

という意味ではなくて、実際コードになって落ちていきますので、0x54、0x68、0x69、0x73、これが This です。ですから、This のコンピューター的な識別は「This」ではなくて「0x54、0x68、0x69、0x73」、この数字の列によって一意に決まってくるということになります。「This is a red pen.」「This is a blue pen.」、これを両方全部分解していくとこういう形になって、それぞれの数字の列が含まれているファイルが一覧表になると、キーワード検索のベースが出来上がるということになります。

すなわち誰かが「This」という検索キーワードを入れると、入力された文字列が 0x54、0x68、0x69、0x73 だったら、これだねと言ってこの二つが検索結果に返るし、「red」の 0x72、0x65、0x64 というのが与えられると、この file\_red.txt が返ってくるというのが検索の基本的な動きです。

あえてここでこの数字の列を、分かりにくいにもかかわらず出したのには理由があります。それは、たとえば小文字全部の「red」と大文字全部の「RED」は数字としては違うからです。「0x72、0x65、0x64」と「0x52、0x45、0x44」というのはどう見ても似つかない。red と RED だから一緒だと、それは意味の世界であって、コンピューターの世界では完全に数字の列で判断しますので、それは全く違うものということになります。

検索技術の課題：言語を用いた識別の壁

- red (0x72, 0x65, 0x64)は、RED (0x52, 0x45, 0x44)と異なる
- 0x72, 0x65, 0x64 (red)のID近傍は0x72,0x65,0x65 (ree) や 0x73,0x65, 0x64 (sed)
- 意味的な近傍(曖昧検索)を実現するには、集合に関する知識(辞書)が必要
- 語彙、意味の揺らぎを吸収するには、語彙統制が必要 → オントロジ

曖昧検索用類義語辞書の例		オントロジの例
Index		
1	0x72 (r)	0x52 (R) 「作者」という意味を表す一意なID (url)
2	0x65 (e)	http://purl.org/dc/elements/1.1/creator
3	0x64 (d)	0x44 (D) 「タイトル」という意味を表す一意なID (url)
4	0x72,0x65,0x64 (red)	0x70,0x69,0x6e,0x6b (pink) http://purl.org/dc/elements/1.1/title
5	0x72,0x65,0x64 (red)	0x72,0x75,0x62,0x79 (ruby)

Kazuhiko Kawata, Dept. Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology, Research Institute for Digital Media and Content, Keio University, kawata@ipc.keio.ac.jp 10

よりコンピューターの立場に立って考えると、0x72、0x65、0x64 に近いものはなにか、すごくコンピューター的に簡単に近いものを出すと、0x72、0x65、0x65、1 ビット違いですが「ree」です。全然 red とは違います。もしくは、red の r のところだけが変わって 0x73、0x65、0x64 で「set」。こういうふうに ID 近傍、機械的にすぐプログラムができて近くを見つけないというのは、意味的にはまったく異なるところを指していることになります。

そうすると、コンピューター的な数字の列でなにかしようというとなので、意味的な近傍もしくは曖昧検索ともいいますが、それを実現するには集合に関する知識(辞書)が必要になってくるということになります。一番端的な例ですと、先ほどの red と RED は同じだよということをやりたければ、72 が入力されたら 52 にも変換して検索しなさいとか、65 が入力されたら 45 にも変換して出しなさいというテーブルを持つわけです。そうすると、大文字、小文字を区別なく検索することができるようになります。

さらには、もっと高度な曖昧検索をしたくて、赤みがかかった色を言うときに、赤と言うのか、ピンクと言うのか、朱色と言うのか、いろいろあると思うのですが、そういったものの広がりを実験で実現しようと思うと、このテーブルに全部書かないといけないことになります。0x72、0x65、0x64 は 0x70、0x69、0x6e、0x6b、これは pink ですが、変換してそれも探さないとか、同じように red が入ったら ruby となっていますが、0x72、0x75、0x62、0x79 で ruby の色を探さないということをやります。

こういうテーブルを持ち始めると、なにが起こるかという、いまは赤色を探したいから red と pink でいいかもしれないですが、red と pink を区別して調べたいときには、これは邪魔にしかならないわけです。もしくは、Red と ruby を区別して用いたいときには邪魔にしかならない。それが全部一緒くたになってテーブルに入ってくるので、こういったものはなかなか難しいということになってきます。大文字、小文字ぐらいはまだ、大文字、小文字を区別して検索するのはよくありますよね、これだけをやっているだけです。それ以上のものが入ってこないというのは、弊害も大きいからということになります。

こういう意味の広がりをどういうふうに対処するか、言葉のばらつきをどういうふ

うに対処するかというので、一つ出てくるのが語彙を統制する。Red というところいう意味だということ定義するわけです。先ほどの原先生の話でも出てきましたが、たとえばオントロジーとして「作者」という意味があります。作者という意味が一意的な ID として url がこれで指定されるのですが、先ほど「作者はいろいろな定義がありますから、熟読してくださいね」とさらっと流されましたが、まさに熟読して、それを理解して、それとたがわぬ使い方をしない限り、実はこういうものはうまく動かないということになります。

言葉による識別というのは、本当に真の意味集合を構築できるのかというのが、そもそも疑問に挙がってきます。利用者からすると、検索キーワードの文字列は完全に一致しなくても見つけてほしいという気持ちになると思います。僕だってなります。スペルミスをしたら直してよとか、大文字、小文字はもちろんのこと、同じような意味を持っているのだったら、それも探してくれたりいいじゃないかと思います。もしくは、日本語で出てこない情報だったら、英訳してくれてそれも探してくれれば幸せだよねと思うのですが、ベースはキーワードの文字列は完全一致でない駄目ですよ。文字とその文字コードというところで全然違ってきますので、ちゃんと ID 化されるとそれが区別されてしまうという世界で、

こういったミックスはなかなか難しいこと  
になります。

言葉による識別は真の意味集合を形成するのか？

- 検索キーワードの文字列は完全一致しないとヒットしない
- 大文字、小文字が違っててもヒットして欲しい
- スペルが間違ってもヒットして欲しい
- 同じような意味を持つ単語であればヒットして欲しい
- 他言語でも同じような意味を持つ単語であればヒットして欲しい
- ...
- 検索者の期待と辞書は必ずしも一致しない
- 言葉はコンテキストによって意味を変える
  - オントロジーの正確な運用には意味定義の周知が必要
- 類義語として機能して欲しい時と機能して欲しくない時の区別は困難

言葉により識別された集合を用いる情報選択により  
有用な情報が除去され、無用な情報が取り込まれる

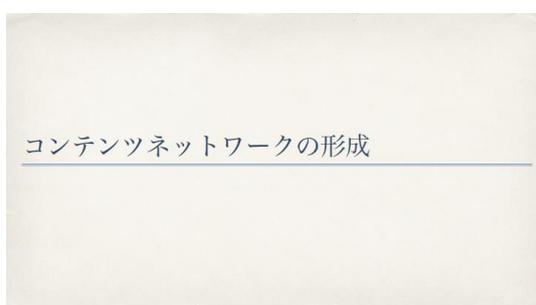
Kazuhiko Kaneko, Dept. Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology / Research Institute for Digital Media and Content, Keio University, kaneko@ipc.keio.ac.jp 11

スライド 11 に絵にしてみました。検索者の期待というものがある、完全一致で出てくる部分、辞書によって先ほどのマッピングのテーブルで出てくる部分、たぶんユーザーが期待している部分。イメージ、すごく期待している部分のほうが辞書による拡張よりもっと先に行っていて、辞書によって、拡張によって得られたのは少しというところが現実的なところなのかなと思います。

それは、そもそも言葉はコンテキストによって意味が変わってきますし、オントロジーの正確な運用には意味の定義の周知が必要であり、類義語として定義するとしても、それを機能させたいとき、させたくないときのコントロールが非常に難しいです。コンピューターは人間の状況を把握できないので、それをつかむことは非常に困難になるかと思います。結果として、言葉で集合を定義するとなにが起こるかという、有用な情報が除去されて、無用な情報が取り込まれるというのが言葉による識別の難

しいところなのかなと考えています。

ここまでのところで二つお話をしました。情報を選択してくるというときに、集合を定義するとフレキシビリティがないという話と、その集合が言葉によって定義された場合、そこに曖昧性という言葉のコンテキストへの依存性がある、うまく機能しないということになります。

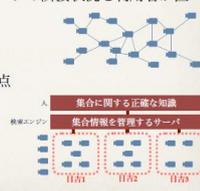


さて一方で、もう一つ対抗馬として出したネットワーク型についてお話ししたいと思います。コンテンツネットワークの形成と書いていますが、ネットワーク型の話です。

いろいろ出てきますが、コンテンツネットワークとはなにかというと、デジタルデータがネットワークを組むと。データの隣接状況を利用者が直接把握できると書いていますが、言ってみれば先ほどの『ターミネーター』のカメラとカメラが相互につながっているイメージ。カメラが情報に置き換わっていくと想像していただけるのかなと思います。

**コンテンツネットワーク**

- ◆ コンテンツネットワーク
  - ◆ デジタルデータがネットワークを組み、データの隣接状況を利用者が直接把握できるもの
  - ◆ ネットワーク構造が意味的隣接を表現
- ◆ 集合定義型とコンテンツネットワークの相違点
  - ◆ 意味的隣接を表現可能
  - ◆ 意味的隣接の変更を速やかに反映可能
  - ◆ 基本的に「ワープ」できない
  - ◆ ネットワークの育成・維持が必要



Kenkichi Kaneko, Dept. Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology / Research Institute for Digital Media and Content, Keio University, (kaneko@ipc.keio.ac.jp) 13

ある情報がある情報とつながっている、この情報はより自分に近いような位置にいる、もしくは遠い位置にいる、そういったものがこのグラフ情報によって分かってくると。ホップが離れていくと遠い、ホップが近いということになります。すなわち、ネットワーク構造というのはグラフ構造とと思っていただいてもいいですが、意味的隣接を表現可能だというのが一つ大きな特徴になっています。

このネットワーク型を集合定義型の先ほどの例と比較していくと、いくつか違いがあります。先ほど言った意味的隣接を表現可能だということが一つと、意味的隣接が少し変わったら、その部分だけ変えてあげれば、それを使う人はそのときになって反映された状況を使えますということ。

あとは、一方でワープができません。ワープができるというのはどういうことかということ、たとえば日吉1丁目でグループ化される、集合として定義されている、このカメラはクリックで切り替えられるような集合だと思うのですが、それはこのネットワーク的にはこことここに対応している

かもしれない、こことここになっているかもしれない。でも、これはネットワークがつながっていないので、直接にはそこには行けないということになります。

ネットワーク構造を取った場合は、そのネットワークの上でしか通っていくことができないので、離れたところにジャンプはできないことになります。でも、頑張って誰かたどった人がいて、これとこれが実際近いことが分かったら、ここに線を引いてあげるだけで、そのあとの人はワープできるというのがネットワーク型の特徴になります。

こうやって話をしていると、ネットワーク型はイケてるよねと思っていただけたら僕はうれしいのですが、一番難しい点があります。コンセプトは非常にシンプルで、近いものをグラフで表していくというすごくシンプルな構造なのですが、大変なのがスライド 13 の下に書いた、ネットワークの育成と維持が必要になります。なぜ難しいかということ、ネットワークにはメカトーフの法則というものがあります。これはネットワークの価値が  $n$  の 2 乗に比例するというものです。



一番シンプルな例でいきますと、いまどきは携帯電話だと思いますが、携帯でも携帯ではなくても電話があるとしたときに、世界中に1台しか電話がなくて、それを所有していることに意味はまったくないわけです。誰にもかからないし、意味のないものです。2人だけが持っていたら、その2人だけがコミュニケーションできるので、その2人の関係が親密であれば非常に有効に使えます。でも、それだけです。ホットラインみたいなものです。3人になると、3人がそれぞれ話せるようになってくるので、2人だけしか持っていないときよりも便利だよねと。4人、5人、6人、7人とどんどん増えていけばいくほど、その価値は上がっていくということになります。

ですから、ネットワークサービス全般に、たとえば Facebook もそうですが、あれは5人でやっても全然つまらないと思うんです。でも、あれだけのスケールで動いているから新しい情報がやってきておもしろいよね、みんなやっているなら僕もやろうとなるわけです。これがネットワーク技

術です。

インターネットも同じです。3台のパソコンがインターネットにつながっています。3台だけでインターネットが構成されている世界。「べつにそれは要らないのでは」とみんな思うと思うんです。でも、世界中のネットワーク、世界中のコンピューターが同じネットワークにつながっているからこそ、インターネットをつないでおかなきゃとなるわけです。これが先ほどのメカトーフの法則という考え方で、そのしきい値を超えるまでが、実はネットワーク型システムの一番難しいところになります。

Catalogue Systemによるコンテンツネットワーク

- \* メタデータを介した間接的なコンテンツ同士の結びつけではなく、利用者の意思により直接的にコンテンツ同士を結びつける
- \* メタデータを付与する代わりに、利用者が関係のあるコンテンツ集合を自由定義
- \* 所有権のないコンテンツも結びつけ可能
- \* コンテンツがコンテンツ集合間のゲートウェイ
- \* 自然言語の意味精度は、コンピュータの検索精度より圧倒的に低い
- \* シンプルで汎用的な結びつけ機構
- \* デジタルオブジェクトのID空間は揃える

Kunitake Kinoshita, Dept. Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology / Research Institute for Digital Media and Content, Keio University, kinoshita@ipc.sfc.keio.ac.jp 14

スライド14、うちのDMCでやっている研究の紹介をさせてください。うちのネットワーク型のシステムです。うちがネットワーク型でシステムをつくるというチャレンジをしています。一般的なメタデータで物事を見つけてくる検索のようなやり方、それはメタデータを介した先ほどの言葉で表されたつながりです。同じIDを持っている、共有しているという間接的なコンテンツ同士の結びつけではなくて、利用者の意思により直接的にコンテンツ同士を結び

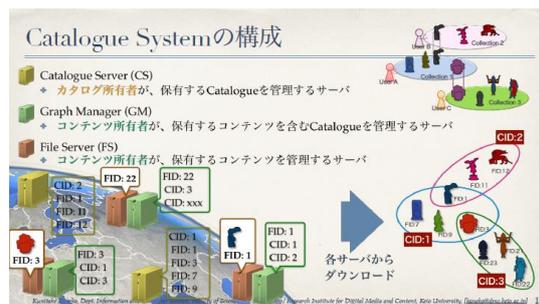
付けると。

たとえばAさんがこのコンテンツとこのコンテンツは関係あるよねと思ったら、ここで1個決めてあげる、結び付ける、線を引いていると思っていただいても構いません。メタデータを付与する代わりに利用者が自由に定義してあげましょうと。言語化せずただ単に集合を与えるだけ、もしくはリンクをつないであげるというのが基本的なシステムの考え方です。

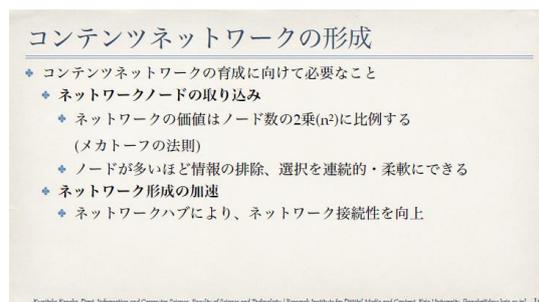
これはあとで出てきますが、所有権、自分が持っていないなくてもこのリンクをつくれるというので、実はネットワーク育成を促進させようとしています。コンテンツが、たとえばこの黒いオブジェクトを見ていただくと、User B も User A も Collection にそれぞれ入れている。このコンテンツ同士が自動的につながるメカニズムを Catalogue System は持っています。単独で Collection だけをつくっていたらネットワークは分離した世界なので、まったく使い勝手が悪いのですが、同じコンテンツを持つと、そこが自動的につながるメカニズムを導入することで、ネットワークが構成されるようになっていくというのが Catalogue System です。シンプルで簡単に結び付けられるというのをキーにした技術になっています。

具体的な方法を話しても、頭がこんがらがるといけないので簡単に説明しますが、

先ほどの上の User A、B、C がそれぞれ自分で関係をつけたグループをつくった、もしくはネットワークをつくった。それぞれが LAN をつくるとも思っていたとしても構いません。



それが実際のデータとしては、左のような形で入って、CID:1、CID:2、CID:3 のような形でそれぞれネットワークが組み合わさることになっているのが Catalogue System の構成になっています。詳しい話は技術展示のところで聞いていただければ、説明してもらえそうです。



さて、コンテンツネットワークをつくっていきこうとしたときに、難しいことが二つあります。一つはノードの数をいかに増やしていくかという話と、その増やしたノードの間にネットワークをどう組ませるかというところが、コンテンツネットワーク形

成においては非常に重要なポイントになってきます。

ネットワークノードが増えるほうがいいというのは、先ほど話したことです。プラス、ノードが多くなってくると、情報の粒度、どのぐらいまでの情報が欲しいかというバリエーションがたくさん出てきますので、ユーザーに応じて適切な情報を選択することができるという意味でも、もちろんノードが増えれば増えるほどいいかなということになります。ネットワーク形成の加速ですが、ハブをあちこちに置こうね、そうするとネットワークにつながりやすくなるでしょうというのが、簡単な理解になります。

#### ネットワークノードの取り込み

- ◆ デジタルファイルの**保存と流通の分離**
  - ◆ ファイルID空間 (URL・ファイル名・DB) の異なるデータの取り込み
  - ◆ データの**容量**に依存しない流通
  - ◆ ファイルへの**多様なアクセス**方式 (e.g., HTTP, オフライン) のサポート
- ◆ 利用における**認証認可処理と流通の分離**
  - ◆ 閲覧・処理権限・認可主体・利用条件の明確化
- ◆ データの**利用方法**の明示
  - ◆ 統合利用する複数データのパッケージ化
  - ◆ データの部分領域指定, 処理方法の共有・再現

まず、ネットワークノードの取り込みですが、どうやったらこの関係のあるネットワークにノードを持ってこられるか、どんどんファイルを増やしてこられるかというのをいろいろ考えました。それが実際の設計としてこういうふう落ちてくるのですが、まず保存されているファイルをそのまま流通させることはやめようと。保存する話と流通する話、そういったファイルがあ

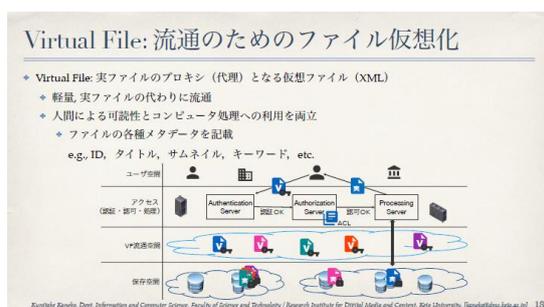
るという話は完全に切り離しましょうというのが一つ目の話です。

なぜかという、あるファイルは URL が HTTP でアクセスできるところにあるけれども、あるファイルはオンラインにないかもしれない。オンラインに上げておくのは非常に管理の手間がかかるので、そういうのはないかもしれない。もしくは、それがデータベースに入っているかもしれない。それを透過にアクセスしないと行けないとなると、全部オンラインに上げてくださいますとか、ものすごくシステムの負荷が上がってきます。こういった別々の場所に保存されているものを、きちんとハンドリングしたいので、まず切り分けましょうというのが一つ目。

二つ目が、最近だとデジカメやスマホで撮っても軽く 5MB とかいくような時代に、5MB、10MB のファイルをスパンスパンやりとりして幸せかという、スパンスパン行けばいいですが、行かないので不快なわけです。そうすると、データの容量に依存しないような形でやるためにも保存と流通は分離しましょう。あとは、先ほども言いましたが、HTTP、オフラインのサポート等いろいろあるのを、どんな形でもできるようにするためにも、流通にはそういうエンティティは要るけれども、実際のファイルはどこかに保存されていてもいいみたいなことを言っています。

あとは、ファイルを使うときに課金したとか、誰だったら使っていいみたいな話が出てきます。そういったところもファイルがあるよとか、このファイルは便利だよという話とは別のところで管理しましょうと。お金を取る、誰が見られないようなのと、実際にそういうのがあって便利だよという話は別だということです。

あとは、最後にデータをどう利用できるのか、先ほども少し出てきましたが、こういうフォーマットで書かれていて、どういう情報が含まれているか分からないと使えないので、そういう利用方法を明示したり、ある誰かがつくったコンテンツの一部だけを流通させたかったら、そういう部分指定もできるようにしたりするというのが、ネットワークノードの取り込みの話です。



いまのコンセプトを全部突っ込んでつくっているのが、スライド 18 の Virtual File という話で、あとでここで技術展示のポスターを学生さんがやっていますので見てください。保存の話、Virtual File といいますが、その流通の話、認証の話、実際使う話、先ほどの Catalogue System を使う話

はもっと上にいるのですが、それを切り離して動かすようにしましょうと。

流通したときに、これは一種のチラシみたいなものです。実際のサービスではなくてチラシみたいなもので、チラシにどんな情報を載せておけばアトラクティブなのかみたいなことは考えないといけないので、ここにメタデータがいろいろ載ってくるのかなと考えています。たとえば、タイトルがなにか、サムネイルも載っていてとか、最低限の流通情報が Virtual File には記載されるのかなと考えています。

もう一つ、ネットワーク形成の加速ですが、ただノードがネットワーク上に存在するだけでは、ネットワークの価値は上がってこなくて、ネットワーク化される、要するにどんどんいろいろなところとつながってくることによって、あちこちに行けるようになるわけです。

まず、システムとして一番肝というか重要視しているのが、デジタルコンテンツを所有していなくてもネットワークの線を引きけるということです。インターネットの世界で極端な話、たとえば僕は CNN をよく見ますと。CNN を見るためには日米間の回線が太くないといけないといった場合、日米間の回線を太くするみたいなことを自分が思っていないにもかかわらずやるということです。それができると、ネットワークがどんどん出来上がってくるという

ことです。日米間のと言っても、日米間の既存のラインの横に引くのではなくて、ショートカットで行けるようなものをつくってしまうということです。

**ネットワーク形成の加速**

- ◆ ネットワーク構築の権限
- ◆ デジタルコンテンツを所有しなくてもネットワークを構築できる
- ◆ ネットワークハブを用意し、ネットワーク形成を加速
- ◆ **モノハブ (存在軸)**
  - ◆ リアルなモノの存在を軸にしたハブ
- ◆ **位置ハブ (空間軸)**
  - ◆ 地理情報に基づいたハブ
- ◆ **イベントハブ (時間軸)**
  - ◆ イベントを軸にしたハブ

Kanako Kawahara, Dept. Information and Computer Science, Faculty of Science, Keio University. [www.dmc.keio.ac.jp](http://www.dmc.keio.ac.jp) 19

もう一つ、別のアイデアでネットワーク形成を加速しようとしているのですが、それがハブを用意するという考え方です。三つのやり方をスライド 19 に書いています。モノハブ、位置ハブ、イベントハブです。

モノハブはその名のとおりに、同じモノに対して、たとえばこれですと、「伊右衛門 500ml ペットボトル」というモノを、違うデジタルファイルに、いま四つになっています。同じモノを三つのデジタルファイルが共有していることになります。あるときはこれを A さんがつくり、あるときは B さんがつくり、それは全然別の場所で行われるかもしれないけど、工業品なのでなかなか難しいですが、違う場所で作られて、違う人によってつくられたかもしれないけれども、こういったモノがハブ機能になるというのは、ネットワークを形成するのに便利かなというのが一つ目です。

二つ目が、位置を軸にいろいろなものが

つながってくると。たとえば、慶應だと日吉の記念館をいま建て替え工事中です。下は古いやつ、上は新しいやつ、これは想像ですが、それがこの場所でリンクしてくると、別の人が同じ場所で体験したものに飛んでいけることになります。

最後のイベントハブというのが時間軸です。たとえば、去年の DMC シンポジウムでこんなのがあったよと、Twitter のハッシュタグみたいなものですが、違う人がそれぞれ撮った写真であっても、それが同じイベントでそこをハブにいろいろ広がっていけるというような工夫をすることで、ネットワーク形成が加速されるかなと考えております。

さて、いままで集合定義型の話、集合定義型が言語、言葉で表現されたときの課題、一方でネットワーク型、ネットワーク型の課題とその解決の仕方をお話ししてまいりました。ここで改めてメタデータはどのように利用されるべきではないかというところに立ち返りたいと思います。

**メタデータはどのように利用されるべきか?**

- ◆ 現在のメタデータの利用形態
  - ◆ 情報選択のツール
  - ◆ 情報精査の前段階のツール
- ◆ メタデータに2つの機能を与えると、
  - ◆ 安易なメタデータの乱発 vs. 検索にヒットしないメタデータ
  - ◆ 内容の違いが分からないメタデータ vs. 内容をよく表現したメタデータ
- ◆ メタデータのあり方
  - ◆ 情報選択には、メタデータよりもコンテンツネットワーク
  - ◆ 情報精査の前段階ツールにフォーカス

Kanako Kawahara, Dept. Information and Computer Science, Faculty of Science and Technology / Research Institute for Digital Media and Content, Keio University. [www.dmc.keio.ac.jp](http://www.dmc.keio.ac.jp) 20

言うまでもなく、集合定義型、言語による集合定義というのがいまのキーワード検

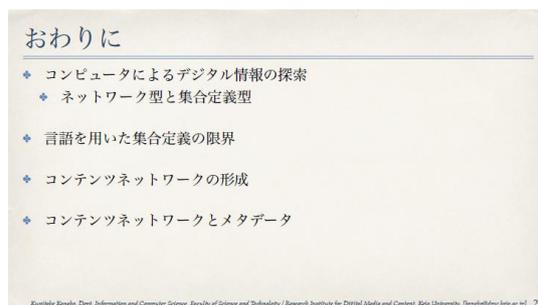
索であり、ほぼほぼいまのメタデータ検索のやり方になっていると思います。現在のメタデータの利用形態は、先ほどの情報探索の手順の1番と2番を両方やっているのではないかと思います。すなわち、情報選択のツールであり、たくさんの情報リソースの中からそれを選んでくる、1億個から100個を選んでくるための道具であり、そしてその100個の中から、いったいなにが書かれているのか中を見極める、でも本文までは読みたいくないみたいなときに使われる情報精査の前段階のツール、この二つが混在しているのがいまのメタデータの利用のされ方かなと思っています。

しかしながら、この二つの機能をメタデータに同時に与えてしまうと、なにが起こるかということ、情報選択のツールだと思いと安易なメタデータを乱発し始めると。引っ掛かってくれなかったら困るといって、なんでもかんでも、富士山が小さくでも写っていたら富士山、富士山と入れるということです。でも一方で、情報精査の前段階のツールだと思って入れたキーワードは、すごく精緻なキーワードであるかもしれないけど、決してほかの人が思い付かないみたいな話、これは相反する、対立するような軸かと思っています。

もう一つが、メタデータは与えたけど、こちらの写真に与えられたメタデータとこちらの写真に与えられたメタデータは全く

同じだよ、それは本当に中身を表しているのかということです。一方で、きちんとその違いが分かるようなメタデータ、そういったところがこの二つの混在によってミックスしてくることになります。

僕が思うに、情報選択というのはメタデータを使うのではなくて、コンテンツネットワークを使うべき、そこで情報の選択をして、情報の選択をしたあとにより精査するとき、そのプロセスを簡略化する、もしくは簡便にするためにメタデータがあればいいのかなと思っているという状況です。



最後に「おわりに」ですが、コンピューターによるデジタル情報の探索はどんなシステムでできるのかな、どんな手順になるのかなというところからスタートして、メタデータ、既存のキーワード検索の限界というものを伝えたつもりです。一方で、ネットワーク型にすることで、柔軟、フレキシブルでいろいろなユーザーの状況に応じた探索をすることができるというのがネットワーク型で、ネットワークの形成の仕方、そして最後にメタデータが現状とどのような関係であるべきかというところをお話し

いたしました。

**金子 晋丈 (かねこ くにたけ)**

慶應義塾大学理工学部専任講師・DMC 研究センター研究員。専門はアプリケーション指向ネットワーク。特に、デジタルデータの利活用を促すデジタルデータのネットワーク化について研究を行っている。

2001年東京大学卒業。2006年同大学院情報理工学系研究科博士課程終了、博士（情報理?学）。同大学院新領域創成科学研究科での特任助教を経て、2006年9月より慶應義塾大学デジタルメディア・コンテンツ総合研究機構、特別研究助教。2007年、同機構特別研究講師。2012年4月より現職、デジタルメディア・コンテンツ統合研究センター研究員を兼任。