

イベントオントロジとLOD

2011/03/04 セマンティックWebコンファレンス2011
齊藤 孝広(富士通研究所)

Copyright 2011 FUJITSU LABORATORIES LTD.

イベントオントロジ

■ イベント(「事象」)とは？

- 「物事」(一切の有形・無形の事柄:大辞林2版より)の「事」に対応
- 自然言語では、「動詞」や「形容詞(や形容動詞)」を伴う表現で記述される
⇒「イベント」をオントロジとして記述したものが「イベントオントロジ」

■ 上位オントロジにおける「イベント」の定義(参考文献1より)

- DOLCE
 - ・ perdurantのサブクラス、かつendurant, quality, abstractの排他クラス
- SUMO
 - ・ 物理概念以下のProcessとして定義
- GUO
 - ・ 最上位クラス階層StateOfAffairs以下のEvent、Stateとして定義
- OpenCyc
 - ・ Temporal、Intangibleな概念として定義

・ (事象の本質を定義するには重要であるが)抽象的・哲学的
・ アプリケーションでの活用を想定したオントロジが必要

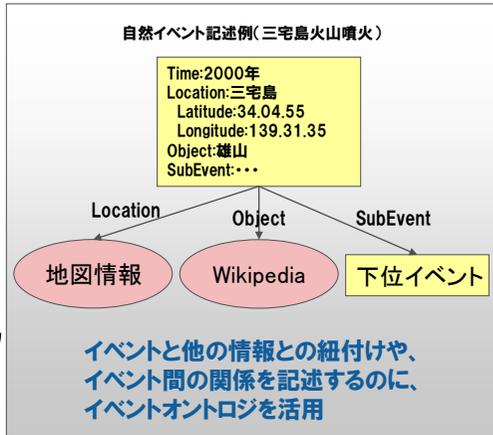
イベントオントロジの構築例1

■ KC3⁽¹⁾

- 災害イベントの構造化・可視化システムでの活用を想定

■ イベント(上位)オントロジ

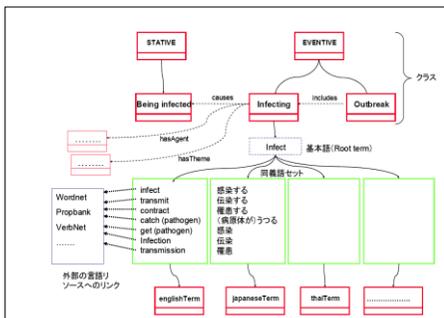
- ・ 自然イベント(Natural Event)
: 行為者の存在しないイベント
- ・ 人工イベント(Artificial Event)
: 行為者の存在するイベント
 1. 人から人や物や環境への行為
 2. 自動詞的な行為
 3. 複数人による事象
- ・ 動的状態(Dynamic State)
: 対象や環境の状態が時間や場所而变化
- ・ 静的状態(Static State)
: 状態が時間や場所の限定的な属性や性質を示す



イベントオントロジの構築例2

■ BioCaster⁽²⁾

- 感染症監視システムでの活用を想定
- WordNetのsynsetに似た枠組みでイベントオントロジを記述



BioCasterイベントオントロジの基本デザイン(参考文献2より引用)

Web上の記事より感染症に関連するイベント情報を抽出
(イベント情報を自動作成するのに、オントロジを活用)

```

    When: Jan 14
    Where: Tokyo
    Who: 2 students
    What disease: measles
    Event: infection
    
```

多言語へ翻訳し、感染症監視担当者に通知

自然言語処理に利用されるため、テキスト表層に現れる言語表現とオントロジで記述される概念とを紐付ける語彙体系としての性格を持つ

イベントオントロジ構築例3

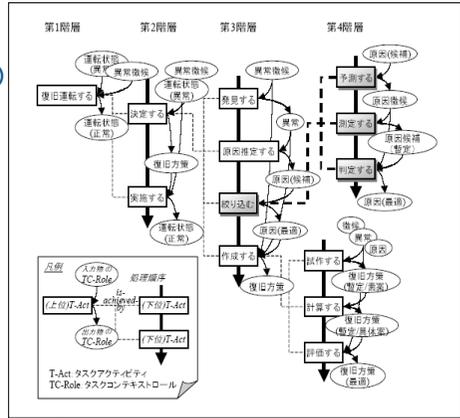
■ 石油精製プラントの運転に関するオントロジ⁽³⁾

- 大規模プラントの複雑な運転手順を知識化
- AFM(Activity-First Method)に基づき、手順などに関するタスクオントロジと、対象物に関するドメインオントロジを構築

● **タスクアクティビティ(動詞)+対象物(名詞)**
で一つのタスクを表現

⇒ それぞれをオントロジで定義

● 「Is-achieved-by」関係でタスクを階層化



「Is-achieved-by」関係での階層化(参考文献3より引用)

イベント間の関係

■ 構築例に見るイベント間の包含関係

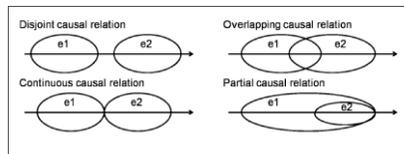
- 「SubEvent」関係(構築例1)
- 「include」関係(構築例2)
- 「Is-achieved-by」関係(構築例3)

■ 一方、包含関係ではない関係もある

■ 参考文献4における「イベントインスタンス間の関係」

- 先後関係
- 因果関係

⇒ 時間的重なりで、さらに4種類に分類



因果関係の時間的重なり(参考文献4より引用)

■ 参考文献5における「事態間関係」

- 「行為の必然的結果として起こる出来事」
- 「手段である行為の目的」
- 「行為の蓋然的効果として起こる出来事」
- 「出来事の蓋然的結果として起こる出来事」
-

⇒ これらを正確に区別して処理を行うアプリケーションはまだまだ遠そう(私見)

ベイジアンネット

■ 定義

- **因果関係**を確率により記述するグラフィカルモデリングの一つ

■ 特徴

- 因果的な特徴を有向グラフによるネットワークとして表し、その上で確率推論を行うことで複雑かつ不確実な事象の起こりやすさやその可能性を予測する (次頁に例)

■ ベイジアンネットのキー概念

■ 条件付独立

- ・ イベント間の **直接的因果関係の有無を判定**
⇒ **直接的因果関係にあるイベント間を接続**



■ 条件付確率表

- ・ **因果の強さ**を条件付確率で表現
⇒ **この表により、確率推論を行う**

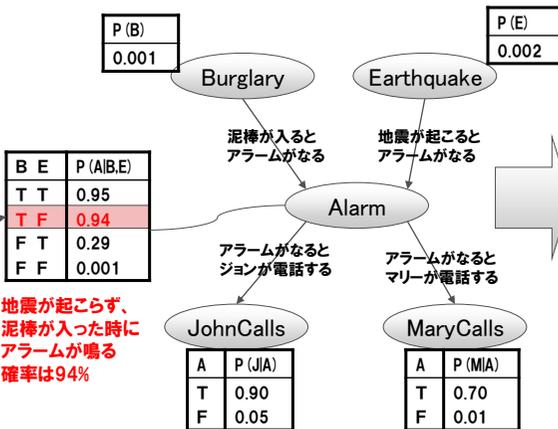
イベントA	イベントBの条件付確率
起こった (A=T)	$P(B A=T)$ =Aが起こったときのBの発生確率
起こらない (A=F)	$P(B A=F)$ =Aが起こらないときのBの発生確率

6

Copyright 2011 FUJITSU LABORATORIES LTD.

ベイジアンネットの(有名な)例

私には二人の隣人ジョンとマリーがおり、我が家の泥棒侵入アラームがあった時は電話してくれるという約束をしている。ある日、マリーがアラームがなっていると電話してきた。また、地震でもアラームがなることもある。さて、我が家に泥棒は入っているのか？いないのか？



1. 「マリーから電話あり(M=T)」より、**泥棒侵入の確率: $P(B|M=T)$** を算出
2. さらに、「ジョンからの電話はない(J=F)」も考慮した時は？
⇒ **$P(B|M=T, J=F)$** を算出
3. さらに、「地震が起こっていない(E=F)」も考慮した時は？
⇒ **$P(B|M=T, J=F, E=F)$** を算出

7

Copyright 2011 FUJITSU LABORATORIES LTD.

ベイジアンネットの課題

- ベイジアンネットを構築・活用するには、条件付確率が必須
⇒ 条件付確率を算出するモトネタをどこから仕入れるか？

LOD (Linked Open Data) を活用

■ コンセプト

- ベイジアンネットのノードとなるイベントをLODを用いて定義

- ・ 「Burglary」: 犯罪LOD中の「窃盗」発生件数などから定義
- ・ 「Earthquake」: 天災LOD中の「地震」発生件数などから定義
- ・ 「Alarm」: 製品仕様LOD中の「検知精度」などから定義
- ・ 「JohnCalls」、「MaryCalls」は...

- 因果関係の時間的重なり具合 (disjointならばその範囲も) を定義

- ・ 「Burglary」→「Alarm」: Continuous
- ・ 「Alarm」→「JohnCalls」: Continuous

実はこれも計算機お任せモードが
(一応は)可能

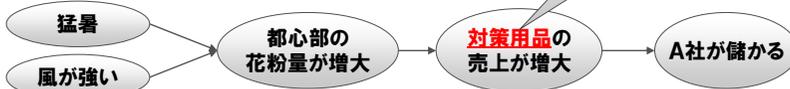
...

- ⇒ 後は計算機にお任せ

LODを用いたベイジアンネットの構築と活用

■ 現代版「風が吹けば〜」

1. LODにより、ベイジアンネットワークを構築



1. 今年は猛暑だった。さて、A社は儲かるか？

⇒ 構築したベイジアンネットを用いて $P(\text{A社が儲かる} | \text{猛暑})$ を算出

■ イベント間の階層関係の利用

例1:

- ・ 「猛暑」の定義例: お天気LOD中の「猛暑日(最高気温35度以上)」がX日以上
 - ・ 「暑い夏」の定義例: お天気LOD中の「真夏日(最高気温30度以上)」がX日以上
- ⇒ $P(\text{A社が儲かる} | \text{暑い夏})$ も十分大きければ有用

例2:

- ・ 「A社が儲かる」: 上位イベント「儲かる」のプロパティとして「A社」を記述
- ⇒ 「猛暑」イベントの発生により、儲かる可能性が最も高い企業を算出

まとめとLODコンテストへの期待

■ まとめ

■ イベントオントロジ

- 抽象的・哲学的な概念ではなく、具体的なアプリケーションでの活用を想定したイベントオントロジが作成されてきている
- イベント間の包含関係だけではなく、その順序関係(先後関係or因果関係)を記述することが重要

■ ベイジアンネットワーク

- イベント間の因果関係構造をモデル化し、確率推論により予測や診断を行う
 - 因果の有無は条件付独立の概念を用いて自動的に判定
 - 因果の強さを条件付確率で表現
- **イベントの条件付確率をLODを用いて自動的に算出する仕組みが有効**

■ LODコンテストへの期待

- LODコンテストのレベル3カテゴリにて、「LOD+オントロジ+ベイジアンネットワーク」の組み合わせで有用なサービスを構築」といった応募を・・・

是非！お願いします。

参考文献

■ イベントオントロジ

1. <http://www.ai-gakkai.or.jp/jsai/conf/2008/program/pdf/100198.pdf>
2. <http://sigsw.org/papers/SIG-SWO-A701/SIG-SWO-A701-01.pdf>
3. http://www.jstage.jst.go.jp/article/tjsai/17/5/585/_pdf/-char/ja/

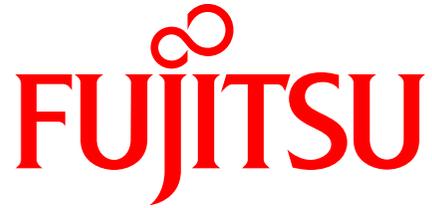
■ イベント間の関係記述

4. <http://www2.nict.go.jp/x/x163/kaneiwa/kk-ai07.pdf>
5. <http://www.cl.ecei.tohoku.ac.jp/~inui/papers/0703ANLPWS.pdf>

■ ベイジアンネットワーク

6. http://www.jsk.t.u-tokyo.ac.jp/~inamura/lecture/agent-system/20051108_agent6_bayesian.pdf
7. <http://www.ne.jp/asahi/hiroki/suyari/BayesianNetworkIntro1.pdf>
<http://www.ne.jp/asahi/hiroki/suyari/BayesianNetworkIntro2.pdf>

等



shaping tomorrow with you