

一般時間関係による時間推論アルゴリズムの実装

Implementation of the Temporal Reasoning Algorithm applying General Temporal Relationships

太田 守重 [1]

Morishige Ota[1]

[1] 国際航業株式会社

[1] Kokusai Kogyo Co., Ltd.

<http://www.kkc.co.jp>

1. はじめに

GISは地球とその周辺で発生する諸現象のモデルをDBとして保存し、空間情報を検索、解析、伝達及び表現する機能をもつ。実世界の現象のモデルは地物(feature)と呼ばれ、その履歴を記録するときは時間属性を伴う。ここでは地物の時間属性に焦点をあて、地物同士の一般的な時間関係(GTR)の概要を述べる(詳細は(太田, 2005)を参照)。次に、GTRを使って地物同士の関係を推論するアルゴリズムの実装例を紹介する。

2. 地物の一般時間関係

時間は、現象の発生を示す時点要素とする1次元空間である。本来要素の数は無限であるが、ここでは観測によって抽出され、対象とする現象によって時間の範囲が決まる離散的な有限集合とする。量を計る尺度は4種類(名義, 順序, 間隔, 比率)があるが、時間を計るときもこの尺度が使用できる。また、時間は集合なので、異なる時間集合同士は離接, 部分一致又は全一致の関係をもつ。

名義時間における離接は非同期である。部分一致は半同期である。例えば「Aが変形した時点tにBは発生した」とすれば、AとBはtのみで同期の関係をもつ。全一致は完全な同期(全同期)を表す。

順序には半順序と全順序がある。半順序時間は時点をノード、順序関係を有向エッジとする連結な非巡回有向グラフ(CDAG)を構成し、地物の時間属性はCDAGに含まれる初等的で単純な道で表現できる。従って時間を半順序時間とする場合、地物の時間関係は道同士の(非同期, 半同期, 全同期)関係を調べればよい。半同期の場合、二つの道が1時点で同期する場合と、2点以上で同期する場合があります。前者における交点は道の始点, 中間点, 終点のいずれかになるので9種類、後者では、始点-中間点, 中間点-中間点, 中間点-終点のいずれかになるので16種類の関係に分類できる。また2点以上で同期する場合には、全同期も含まれる。ここでは半順序時間における非同期をType 1, 1時点での半同期をType 2, 2時点以上での半同期(全同期を含む)をType 3の同期と呼ぶ。ところで全順序時間は線形であり、Allen(1983)が提案した13種類の時間関係が適用できる。

間隔時間では時間エッジに距離を付加する。CDAG中のノードは別の任意のノードとの距離を計ることができるので、時間は全順序になる。しかし異なるCDAGとは、共通部分がない限り順序関係を知ることはできない。

比率時間は間隔時間であり、全てのCDAGに共通の原点が指定され、全てのノードはこの原点からの距離(つまり絶対位置)をもつ。絶対零度などとは異なり、現実の世界に時間の原点は存在しないといわれているので、比率時間はないかもしれない。

通常、我々は間隔時間を使うが、順序のみで時間を考えることも行う。例えば鎌倉時代の出来事と室町時代の出来事を比較するという場合や、南北朝のように異なる計時システムを同時期に使用する場合は、時間を半順序と考えてCDAGを作ると分かりやすい。

3. 時間推論アルゴリズムの実装

時間推論とは、地物の時間属性を時点の集合として与えたときに、複数の地物の時間関係を推論し、結果を人間が理解できる情報として提示することである。紹介する実装例では、時間は名義, 半順序又は全順序とし、二つの地物の時間属性となる時点の集合を与えると、時間関係を文章で返す。実装にはJavaを使用し、ソースコードは無償で公開する。

名義時間の場合、二つの時間集合(E1, E2)を調べ、非同期, 半同期, 同期のいずれかを返す。ちなみに半同期の場合は“E1 partially synchronizes with E2.”と表示される。

半順序時間の場合、二つの時間順序集合を調べ、Type 1(非同期), Type 2に含まれる関係, Type 3に含まれる関係のいずれかを答えとして返す。例えば、二つの時間順序集合の始点(t1)のみが一致する場合は“E1 starts with (Type 2) E2 at [t1].”と表示される。

全順序時間の場合は、時間集合に含まれる時点全ての順序が明らかでなければいけない。そこで、二つの地物の時間関係をしらべるためには、両者に含まれる時点の順序も与える。これによってAllenの時間関係が求まり、結果が文章で表示される。

4. 参考文献

- 太田守重 (2005) 実世界の現象の一般時間関係, 第9回空間ITワークショップ予稿集, GISA, 東京大学 CSIS
Allen, J.F. (1983) Maintaining Knowledge about Temporal Intervals, Communications of the ACM, Vol.26, No.11

