

マーカ駆動による時間関係の推論

3F-5

坂田 毅 岡田 謙一 横山 光男 北川 節

慶応義塾大学

[はじめに]

様々な知識処理においては、時間に関する知識を表現することが重要である。例えば自然言語理解では、原因は結果より過去にあるということから、談話中から因果関係を読みとる際、それぞれの事象間の時間的前後関係が推論できる事が必要であるということがあげられる。

時間関係の表現は、[Allen 83]で提唱されているInterval Logicが知られているが、我々はこのInterval Logicを参考にして、事象間の時間関係をネットワーク的に表現する手法を提案する。そして、ネットワーク的に表現された時間関係の知識の中をマーカを伝搬させることにより、事象間の時間関係を推論する手法を提案する。

[表現方式]

われわれが提案する表現方式では、時間の処理単位は時区間(Interval)である。事象間の時間に関する知識は、事象の成立した時区間をノードに、そのあいたの関係をリンクに対応させたネットワークで表現される。時間関係の種類は、[Allen 83]のinterval-logicを参考にした。この表現で使われるリンクを、図1に示す。

before-after Link
 during-contains Link
 equal-equal Link
 overlaps-overlapped_by Link
 meets-met_by Link
 starts-started_by Link
 finishes-finished_by Link

図1 リンクの種類

リンクは有向性で、その向きによって意味が異なる。before, after, overlaps等の意味は、[Allen 83]と同じである。

[推論方式]

事象間の時間的関係の推論は、上記の手法でネットワーク的に表現された時間関係情報の中を、マーカが伝搬する事によって行なわれる。

マーカの持つ情報には、以下のものがある。

- ① マーカ識別子
- ② 伝搬方向
- ③ あて先ノード
- ④ 送り元ノード
- ⑤ マーキングの種類
- ⑥ 伝搬カウント
- ⑦ 停止モード

マーカ識別子は、そのマーカがどのノードから伝搬されたものかを知る手がかりとなる。伝搬方向は、そのマーカが未来・過去のどちらに向かっているかを表わす。マーキングの種類は、あて先ノードにおいて、後述する全マーキングと半マーキングのどちらを行なうかを示す。伝搬カウントは、伝搬された回数を表わし、停止モードは、伝搬を何回行なったら停止するかを表わす。

マーカは時間的方向性によって、過去方向に進むPマーカと未来方向に進むFマーカに区別される。ノード間の時間的関係の推論は、基本的にはノードからこの二種類のマーカを伝搬させることによって行なわれる。マーカがネットワークの中を伝搬してノードを通る際、マーカはそのノードにマーキングを行なう、つまりそこを通ったという履歴を残す。マーカが流れ込んだノードは、中心ノード(伝搬の中心、マーカの発信源)との時間的位置関係によって二種類にマーキングされる。ノードが表わす時区間が、中心ノードの時区

間から完全に重なっていないことがわかっているとき、ノードは全マーキングされる。一部分が重なっている可能性があるときは、半マーキングされる。マーカの流れは、その時間的方向性とリンクの種類とノードのマーキングの種類によって制御される。図2にマーカの流れ方を示す。

例として、ノード1とノード2の時間的前後関係を推論する場合を考える。まず、コントローラから各ノードに図3のような命令をBroadcastする。そして、ノード1・ノード2からF・P両マーカを伝搬させる。a001は、命令識別子である。m001,m002は、マーカ識別子であり、ここでは、m001はノード1から、m002はノード2から伝搬されたマー

カの識別子を表わしている。(m001 f)は、m001の識別子を持つFマーカを表わす。図3の一行目の命令は、m001のFマーカのマーキングとm002のPマーカのマーキングの両方が同一ノードに行われた時(但し、両方とも半マーキングの時はのぞく)、a001が成立したことをそのノードがコントローラに報告するという意味を持つ。この場合では、a001が成立したとき「ノード1 before ノード2」が、a002が成立したとき「ノード1 after ノード2」が推論される。

```
a001 : (and1 (m001 f) (m002 p))
a002 : (and1 (m001 p) (m002 f))
```

図3 各ノードに対する命令

③	①	全マーキング		半マーキング	
	②	過去	未来	過去	未来
BEFORE			全		全
AFTER		全		全	
DURING		半	半	半	半
CONTAINS		全	全		
OVERLAPS		半	全		半
OVERLAPPED_BY		全	半	半	
MEETS			全		全
MET_BY		全		全	
STARTS		半	全	半	半
STARTED_BY		全	全	半	
FINISHES		全	半	半	半
FINISHED_BY		全	全		半
EQUAL		全	全	半	半

図2 マーカの流れとマーキングの種類

①=送信ノードのマーキングの状態

②=マーカの時間的伝搬方向

③=受信ノードと送信ノードの時間関係

(送信ノード [関係] 受信ノード)

(注 全は全マーキング、半は半マーキングを表わし、無記入はマーカが流れないことを表わす)

[おわりに]

本稿では、時間関係をネットワーク的に表現し、マーカ駆動によって時間的前後関係を推論する手法について述べた。

この推論の手法は、双方向探索によって全解探索を行なうものである。従来型の計算機で実行すると、知識の量が増大しネットワークの規模が大きくなった時、マーカが伝搬する時間はそれに比例して大きくなってしまふ。しかし、この手法は潜在的に高い並列性を有している。そのため、それぞれのノードにPEを割り当てた意味ネットワーク指向の大規模並列システム上で高い実行効率を実現できるものと思われる[樋口 古谷 87]。

現在のところ、Sun 3上にKCLで記述したシミュレーションシステム上で動作を確認している。

[参考文献]

[Allen 83] J.F.Allen "Maintaining Knowledge about Temporal Intervals" Comm.ACM Vol.26 Num. 11 (Nov. 1983)

[樋口 古谷 87] 樋口哲也 古谷立美 "意味ネットワークマシン" 情報処理 vol.26 No.1 (Jan. 1987)