

## 6G-3

性能解析エキスパートにおける  
即時解析および時間推論方式について

山田 純夫\* 田中 智\*\* 高村 淳\*

\*日本電気㈱基本ソフトウェア開発本部 \*\*日本電気ソフトウェア㈱第一基本システム事業部

## 1. はじめに

ACOS-6/MVXコンピュータ運用・利用エキスパートシステムのサブシステムの一つである計算機性能解析エキスパートシステム[1]の即時解析機能は、性能に異常が発生した時点でリアルタイムに解析を行う。そのため、現在の状態だけではなくその原因が過去に発生していた場合には過去の状態に対して時間的な推論を行うことが必要となる。本稿では、このような即時的な性能診断方式およびその中で使用する時間に関する推論方式について述べる。

即時性能解析とは、システム内の性能を監視し異常が検出されればその原因を即時的に診断するというものだが、監視を行うためにはシステムに常駐する必要がある、問題がない時には常駐することでシステムに負担をかけず、異常が発生した時には早急に診断を下さなければならないという制約がある。本システムではこれらの制約を満たすため、処理を監視・確認・診断という三つのレベルに分け、異常を直ちに検出し、本当に問題があると確認された場合にのみ複雑な診断を行うように制御している。

一方、専門家が性能問題を診断する際には、過去の性能データを用いて時間に関係する推論をすることがよくある。例えば、

- I/O queue fullのエラーメッセージが出力されていたか。
- 原因と思われるファイルリストのジョブが流れていたか。
- ある時間にジョブがいくつ実行中であったか。

これらの知識が必要なのは、計算機の性能が、時間と共に変化する計算機内部の様々な構成要素の因果関係によって変化しているためである。したがって、リアルタイムに得られる性能データを基に異常の原因を診断する即時性能解析機能では、異常が表面化した現在の性能データに対してだけでなく、過去のデータに対して時間的な推論を行う必要がある。

Real-time analysis and temporal reasoning mechanism in an expert system for system performance analysis

Sumio YAMADA\*, Satoru TANAKA\*\*, Jun TAKAMURA\*

\*NEC Corp., \*\*NEC Software Ltd.

## 2. 即時的な性能診断方式

本システムでは、上記のように即時的な性能診断を監視・確認・診断の三つのレベルに分けて行っている。レベル1(L1)では、簡単な閾値制御により異常の検出を行う。L1は手続き型言語で記述された小さなルーチンであり、システムに常駐していても負担をかけないように考慮されている。L1は単純な監視のため、例えば負荷が一時的に高まったような異常ではない場合も検出されてしまう。レベル2(L2)では、小規模な知識ベースによりL1で検出された性能問題の確認を行う。レベル3(L3)では、異常の診断を行う。L2とL3は性能データ収集モジュールから得られる性能データを基に推論を行うが、その際には非単調な知識の管理を行う必要がある。本システムでは性能データに関しては制約伝播を用いて高速な一貫性維持を行っている[2]。推論により導かれた知識については制約伝播の結果変化したデータの影響する範囲にのみ絞り込んで一貫性維持を行う。図1に即時的な診断の概念図を示す。

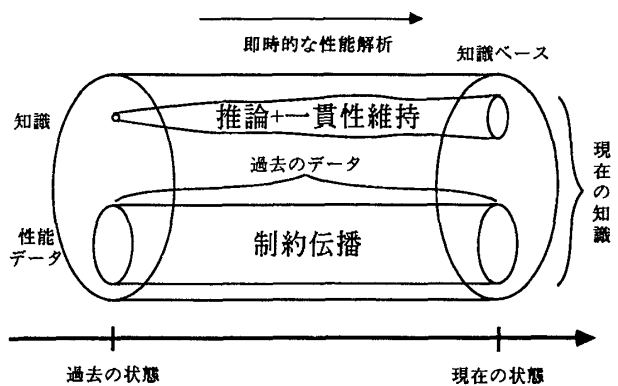


図1 即時的診断概念図

## 3. 時間推論

## 3.1 知識表現

本システムで時間に関する推論に用いられる知識には以下に示す二通りがある。

①一定周期ごとに収集される性能データ

②システム内で発生するイベントに関する非同期的なデータ

①からは各データに対する時間軸上の変化記述が可能であるが、②からは単にそのイベントが発生したという事実以上の知識は得られない。

時間に関する推論については、最近様々な研究がなされている(例えば[3,4])。本システムでは、時区間をプリミティブとした知識表現により[3]、上記の二種類の知識を表現する。すなわち、時区間 I で状態 S であったという知識を、

HOLD (S, I)

と表現する。時区間は始点と終点の対をリストとして表す。また、時区間 I でイベント E が発生したという記述が存在したという知識を、

ARISE (E, I)

と表現する。イベントが発生した時間が問題の時は、時区間は実際には時点であるが、時点は始点・終点が一致した時区間の特別の場合とみなす。図2に、計算機システム内の実際の知識と対応する知識表現の例を示す。本システムではシステム内に各データに対する評価基準も持ち、実際の性能測定値のほかに“増加”、“高い”等の定性値も許している。これらの表現により、時区間を基にした時間関係を上記二種類の知識に共通に使うことができる。

### 3.2 知識記述

本システムで用いられる性能問題の解析用の知識は、3.1の知識表現を用いて記述されている。図3に、実行は終了したのに、終了処理から抜けられないジョブ(以下Tジョブと略記)が徐々に増えているという性能問題を診断する知識をPrologの形式で記述した例を示す。

述語verifyはL2で用いられ、現象の確認を行う。すなわち、一旦T状態に入ったジョブはそのままで(①)、その全ジョブ数に占める比率も増加しているが(②)、全ジョブ数は一定個数未満(③)ならば(高負荷の際もTジョブ数は増える)、何らかの異常が原因でTジョブ数が増加していることが確認される。述語hypothesisはL3で用いられ、第一引数の現象の原因が第二引数であるかを診断するものである。この例では、PALC(ペリリアルアクター)の待ち行列の長さが一定時間以上増加し続けているか(④)、過去にPALCの待ち行列があふれたというメッセージが出力(⑤)されてい

れば、Tジョブが増加している原因はPALCが停止していることであるとみなす。

ルール中の変数Init,Psnt はそれぞれ推論の開始および現在の時刻を表す。述語setof は第二引数を実行した時の第一引数に関する解の集合を第三引数にユニファイし、setandは第一・第二引数の積集合を第三引数にユニファイする。interval\_length は時区間の長さを求める。contains は時区間の関係のうち包含関係を表す[3]。

ジョブ1 は11時20分から11時23分まで実行された。  
CPU 使用率が12時05分から12時11分まで上昇し続けた。  
ジョブ2 は19時45分にアバートした。

```
hold(status(j1,executing),[1120,1123]).
hold(status(cpu-load-ratio,increasing),[1205,1211]).
arise(event("j2 ABORTED"),[1945,1945]).
```

図2 知識表現例

```
verify(increasing_tjob,Init,Psnt) :-
  setof(Snumb1,
    [ (hold(status(Snumb1,t),I),
      contains(I,[Init,Init])),S_list1),
    setof(Snumb2,
      hold(status(Snumb2,t),[_,_],Psnt)),
      S_list2),
    setand(S_list1,S_list2,S_list2),
    hold(status(tjob_ratio,increasing),[Init,Psnt]),
    hold(status(number_of_job,N),[Psnt,Psnt]),
      <(N,20),!.
  hypothesis(increasing_tjob,palc,_,Psnt) :-
    hold(status(palc_queue,increasing),[T,Psnt]),
    Leng is interval_length([T,Psnt]),
    >(Leng,3),!.
  hypothesis(increasing_tjob,palc,_,_) :-
    arise(event("palc queue full"),_,!).
```

図3 診断知識例

### 4. おわりに

本稿では、監視に基づき異常が確認された場合にのみ詳細な診断を行う即時解析方式と、診断時に使用される時間推論について述べた。問題が発生した時点で過去のデータおよび通常は保存されないデータをリアルタイムに自由に参照することにより、強力な性能解析が可能となる。

#### 謝辞

日頃、熱心にご指導、ご鞭撻頂く基本ソフトウェア開発本部海老野征雄部長、信沢恭平部長代理、松尾建市課長に深く感謝致します。

#### 参考文献

- [1] 高村他：“計算機性能解析エキスパートシステム”第35回情報大全，1L-7(1987)
- [2] 山田他：“計算機性能解析エキスパートシステムにおける連続実時間データに対する一貫性維持について”第35回情報大全，6L-7(1987)
- [3] Allen, J.F.: "Maintaining Knowledge about Temporal Intervals" Comm. of ACM, Vol. 26, pp.832-843(1983).
- [4] McDermott, D.V.: "A Temporal Logic for Reasoning about Processes and plans" Cognitive Sci. Vol. 6, pp.101-155(1982).