

プロセス制御用リアルタイム・エキスパート・システム

P I C O N

1. はじめに

これまで、各方面で人工知能によるエキスパート・システム及びそれらの構築TOOLが実用化されて来ているが、リアルタイム性及びその他に問題があるため限定された範囲での使用であった。

すなわち、エキスパート・システムとして利用される場合、後向き推論によるスタティックなシステムが一般的であり、使用に際し思考しやすい。しかしながら、プロセスの制御においては、後向き推論によるもののみで行なう事は困難である。結果が(この場合単数又はそれほど多くない複数)すでに、存在していれば、確かに後向き推論は有効であるが制御という面では必ずしもそうとは言えない。

P I C O Nは、米国L M I社(LISP・MACHINE社)が、そのプロダクトである L I S Pマシンの特長を最大限に活用し、人工知能を利用したプロセス制御用エキスパート・システムである。プロセス制御用エキスパート・システムに要求される、リアルタイム性及び、システムのダイナミック性を備えたまったく新しいエキスパート・システムと言える。

P I C O Nは、これまで経験豊かな、プロセスプラント・オペレータ及び管理者によって行なわれて来た、プロセス制御の一部を高速・高能率なコンピュータ・システムによって行なうものであり、人間がその経験を蓄積するのと同じ様に、コンピュータに知識を蓄積する事ができる。

この様にP I C O Nは、我々が現実持つ問題点に、実際に使用可能なシステムといえる。

2. 従来のシステムとPICON

現在、プロセス制御は、次の3種類の方法により行なわれて来ている。

a. マイクロ・プロセッサレベル

マイクロ・プロセッサ使用による、ローカルエリアでのクローズループの制御及び、アラーム・コンディションの検出。

b. ディストリビュート制御レベル

アラームの集中化、オペレータへのディスプレイ等による情報の表示、ヒストリー、データベースそして分散したローカルサイド・マイクロ・コンピュータへのダウルロード。

c. インテリジェント制御

エキスパート・オペレータによる操作。

これら3種類に及ぶ全てを、エキスパート・システムによって行なう事は現時点においては困難であり、又その必要もない。すなわち、上記 a. b. については、既に行なわれており、エキスパート・システムは、ディストリビュート制御用コンピュータから、構築されている知識に必要なデータを取り込めば良い。

次に、プロセス制御用としてのエキスパート・システムに必要な機能と目的とは何であるかについて考えると、機能としては、

a. リアルタイム性が必要である。

すなわち、知識ベースによるルール等を連続的に適用し、時々刻々変化するデータのモニタリング及びデータに対する反応を行なわなければならない。

b. 知識ベースによるルールがダイナミックに適用できる事。

一般的にプロセス制御においてエキスパートは、数千に及ぶ情報を得て、ある結果を導き出しているといわれる。エキスパート・システムも同様な数の情報をあつかう必要があるが、エキスパートはこの数千に及ぶ情報を常に必要としているわけではなく、ある事態に遭遇した場合、次に必要とする情報を得るべく、その方向に目を向ける。同じ様にエキスパート・システムにおいても同様な機能を必要とする。

目的については、

- a. インテリジェントな解析による、アラーム・アドバイス。
- b. プロセス制御を行なう上で必要なコントロール・アドバイス。
- c. オプティマイゼーション
- d. 異常状態へのパターン、コース等の LEARNING。
- e. 異常状態からの回復。
- f. 診断。
- g. プロセス・システムのスケジューリング。
- h. プロセス・システムのスタートアップ及びシャットダウン手順。

などである。いずれにしても、エキスパート・システムがこれらの目的を果たすには、エキスパートが長年費やして得た経験をシステムに知識ベースとして構築する必要がある。

3. P I C O N の構造

P I C O N は、図 3-1 に示すモジュールから構成されている。

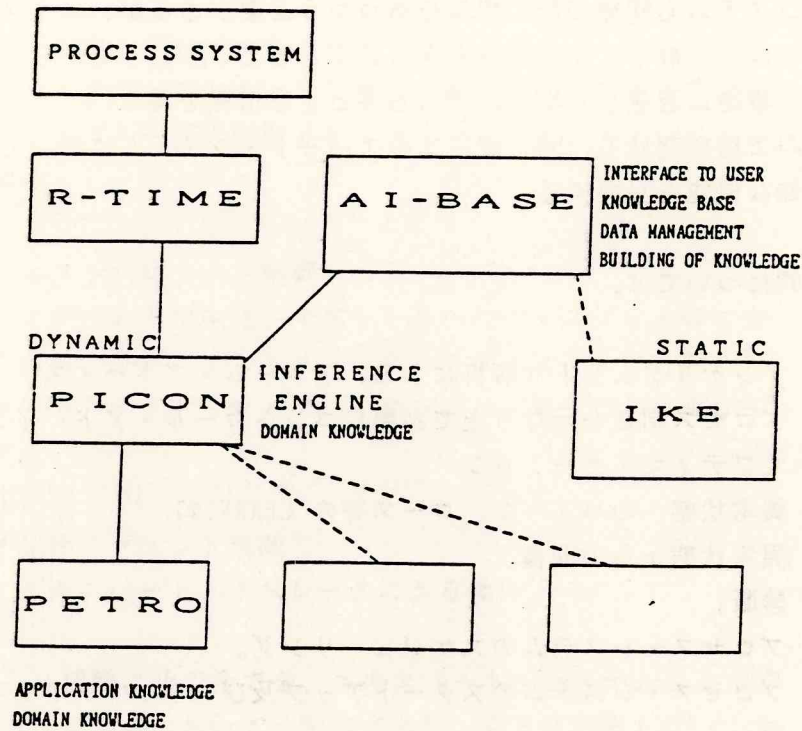


図3-1 P I C O N の構造

3.1. R - T I M E

基本的には、外部システムからのデータサンプリングや、外部システムへのデータの出力部として、汎用コンピュータ 68010 で動作する。この R - T I M E は、L I S P マシン上で動作する I N F E R E N C E ・ E N G I N E (推論エンジン)からの指示により、必要とする外部からの情報を、推論エンジンへ送る。又、R - T I M E は、ルール内の簡単な部分の処理も行う能力を持っている。

3.2. A I - B A S E

知識ベースの構築と構築された知識ベースの管理に使用するモジュールである。知識ベースは、プロセスのモデル図面、その内部で使用される I C O N (プロセスを形成するモジュール)及び一般に、ルールといわれるものから成立している。プロセスのモデル及び I C O N については、目的によりそれぞれ異なったものが必要となるため、一部別なモジュールを必要としている。図 3-1 の P E T R O とよばれる部分がそれであり、これは P E T R O ・ C H E M I C A L 用のモジュールである。しかしながら知識ベース構築の基本的なものは全てこの A I - B A S E により行なえる。プロセス・モデルの C A D による入力、修正、ルールの登録、変更などである。又、登録されたルールのデータベース管理もこのモジュールにより行なうため、一度登録されたルールの変更なども容易に行なう事ができる。

A I - B A S E 内部では、ルールを L I S P 言語に近い内部フォーマットに翻訳する。

登録されたプロセスモデル図面及びルールは、ディスク装置内にセーブする事も、又ロードすることも可能である。

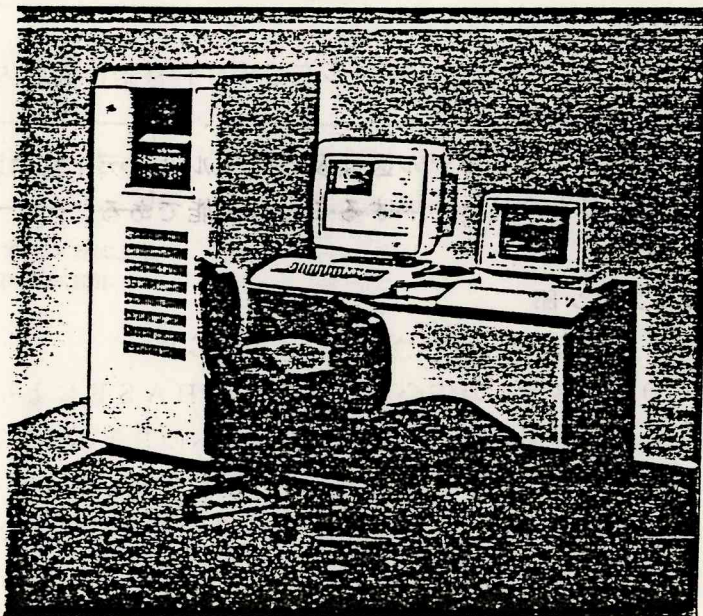
3.3. 推論エンジン部

P I C O N システムの中心であり、A I - B A S E により構築されたルールを高速度で実行する。システムのリアルタイム性及びダイナミック性は、このエンジン部で確立している。すなわち、R - T I M E においていかに高速度でデータサンプリングを行なっても、基本的にルールの実行が高速度で行なわれないかぎり、リアルタイムとはいえない。又、ルール上ダイナミックな語句が許されても、それが実行出来なければならない。特に、推論という前向推論及び後向推論の両者が行なわれないかぎり、実用とならない。

3.4. PETRO

前記した様に PETRO・CHEMICAL プロセス専用で作られたモジュールであり、アプリケーションオリエンテッドな部分である。

全体として、このPICONは、プロセス全般を考慮して作られたものであり、PETROの部分を変更又は新たに作成する事により、PETRO・CHEMICAL 以外のアプリケーションに十分適用できる。又、汎用エキスパート・システム用としてIKEがLISPマシン社より提供されている。



Lambda/PLUS

LMI Lambda/PLUSは68010・UNIXコプロセッサの追加によりLambda LISPプロセッサの記号計算能力を高めています。コプロセッサは高速、マルチプロセッサ・バス上でLISPプロセッサと並行して動き、プロセッサ間には完全な通信が保たれます。

4. PICONのハードウェア環境

PICONはLMI社のハードウェア・プロダクトであるラムダファミリーの一つである LAMBDA/PLUS の上で働く。このシステムのブロック図を図4-1に示す。

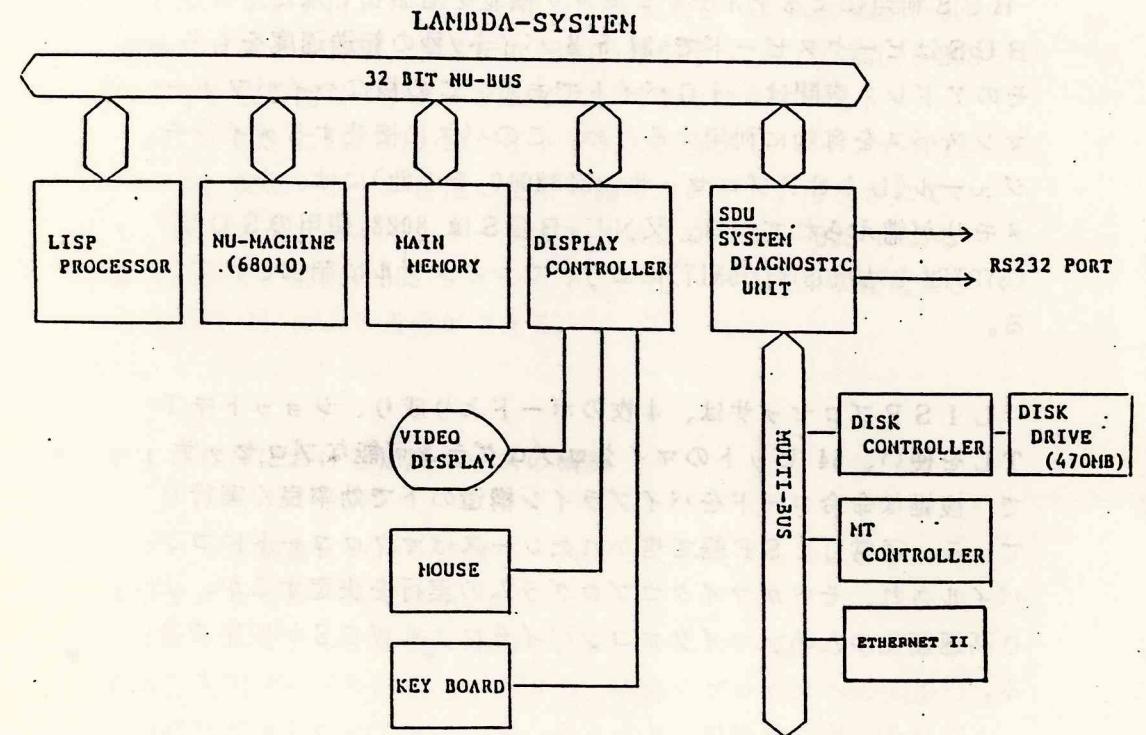


図4-1 LAMBDA/PLUS ブロック図

32ビットデータ用LISPプロセッサと汎用性の高いM68010プロセッサが、NU-BUSという高速バスに接続され、並列処理可能なマルチプロセッサ・システムである。

LISPプロセッサは、MIT(マサチューセッツ工科大学)のAILABで1970年代に生まれたマシンであり、人口知能に適したマシンといえる。当初MITで作られたCADRマシンをLMI社が商用LISPマシンとして発表し、その後、スピードの向上、MITコンピュータサイエンス研究所で開発されたNU-BUS利用によるマルチプロセッサ機能を追加して来た。NU-BUSはピークスピードで37.5Mバイト/秒の転送速度をもち、そのアドレス空間は、4Gバイトである。この様なハイパフォーマンスバスを有効に利用するため、このバスに接続するメインモジュール(LISPプロセッサ、M68010その他)には、キャッシュメモリが備えられている。又NU-BUSは8088使用のSDU(SYSTEM DIAGNOSTIC UNIT)により、フレキシブルに制御されている。

LISPプロセッサは、4枚のボードより成り、ショットキTTLを使い、64ビットのマイクロプログラム可能なプロセッサで、複雑な命令コードをパイプライン構造の下で効率良く実行している。通常LISP語で書かれたソースはマクロコードにコンパイルされ、それがマイクロプログラムの実行を決定するが、より高速化のため、マイクロコンパイラによるWCSが使用できる。

汎用68010のプロセッサは、UNIXシステムVがサポートされており、このUNIX下でフォートラン、パスカル及びC等が使用できる。

PICONにとって非常に重要な事は、この2つのプロセッサ間の情報交換である。LISP、68010間は、メインメモリによるシェアメモリ、シェアTTY及び内部CHAOSNETにより行なわれる。

メインメモリは1枚のボードで2Mバイトから16Mバイトまで、数種類を選択可能である。

DISPLAY CONTROLLERは1024×800(19インチ)高解像度B/Wビットマップディスプレイ、マウス及びAIキーボードの制御を行う。

SDU(SYSTEM DIAGNOSTIC UNIT)はシステムコンソール、シリアルプリンタ用RS-232ポート制御及びNU-BUS/MULTI-BUS変換、システム診断、システムBOOT等を行う。このMULTI-BUSにより、広範囲なインターフェイスが可能となっている。

MULTI-BUSには、470Mバイトディスク及び1/2インチMTがつき、又ユーザーが自由に使用可能なスロットが用意されている。他システムとのインターフェイスはこのMULTI-BUSによる場合が多く、MULTI-BUSダイレクト、バイトシリアルな転送及びETHERNET-IIによる通信ができる。

5. PICONにおける知識ベースの構築

プロセス制御における知識ベースとして必要なものは、プロセスのモデルとルールである。

プロセスモデルが必要な理由は、ルールにおいてかならず取り扱う、入力ノード及び出力ノードの、実際のプロセスへの関係づけが必要であるためである。又、各ノードの単位系など、それぞれのプロセスにより異なるためこのモデルが重要となる。

又、プロセスにおける物の流れについても、このモデルにより知識とする事ができる。

ルール化において重要な点は、特殊な専門用語(人工知能、コンピュータ等)を使う事なく、プロセスの動作状態に合わせたルールが適用できなければならないという点である。

5.1. プロセスモデル

プロセスモデルの構築には、次項目が必要となる。

- a. ICONの選択
- b. ICONの ATTRIBUTES
- c. ICON間の CONNECTION

これらの作業は、LISPマシンに接続された高解像度ディスプレイを使用し、インターアクティブに行なえる。PICONの画面は、図5-1に示す様に複数のウィンドにより成り、中央部と下部の2つのウィンドを主に使用し行なわれる。この2つのウィンドはスケーリング、移動が自由にできるものであり、オペレーションは、マウス及びキーボードから行なう。

(1) ICONの選択

ICONとは、プロセスを形成するモジュールである。ケミカルプラントを例に上げると、プラント内で使用されるバルブ、センサー、タワー、ヒーター等のものをいう。

したがってICONそのものは、多種多様であり、システム化されていないければ選択作業そのものが、ロードとなる。このため、ハイアラキ的に整理されている。これは、LISPマシンのフレーム機能を十分活用しており、ハイアラキーのいかなるレベルへもユーザーが新たなICONの追加が可能となっている。

図5-3はケミカルプラントにおける重要なICONである温度センサーを選択する過程を表したものであり、各レベルのメニューはその都度CRT画面上にポップアップメニューとして表示される。オペレータはマウスにより必要なものをメニューから選択し、次のレベルへと進む事ができ、最終的にICONのモデル画が表示され、画面上の必要な場所へ置く事ができる。

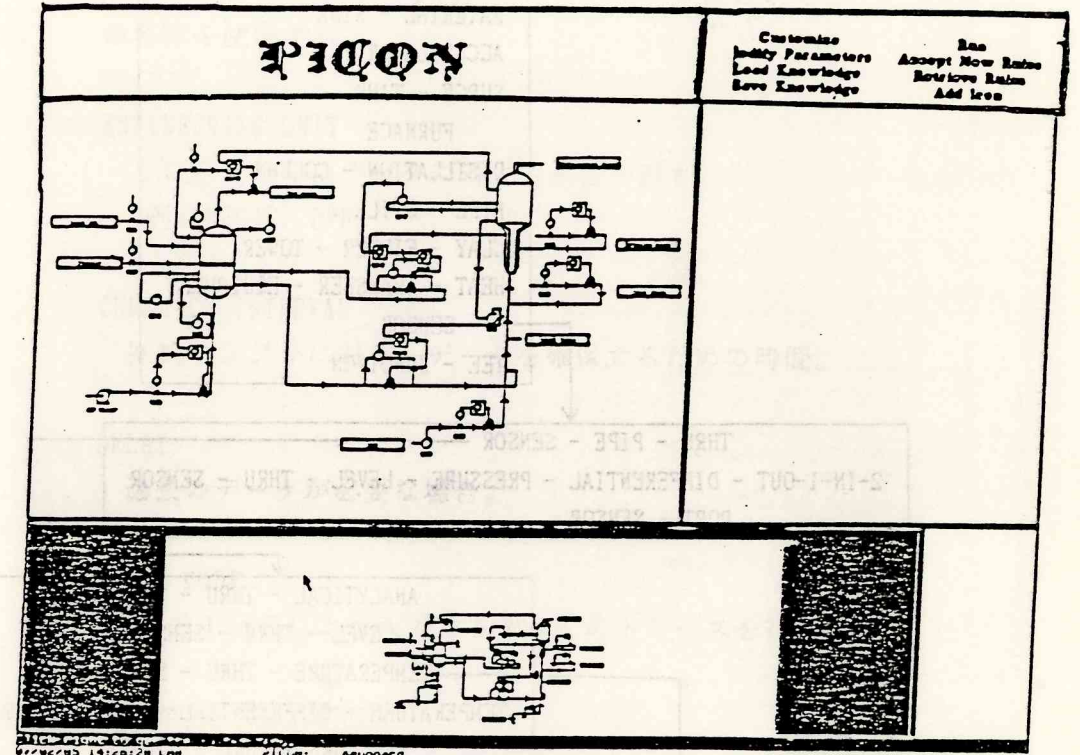


図5-1 PICONの画面

ICON

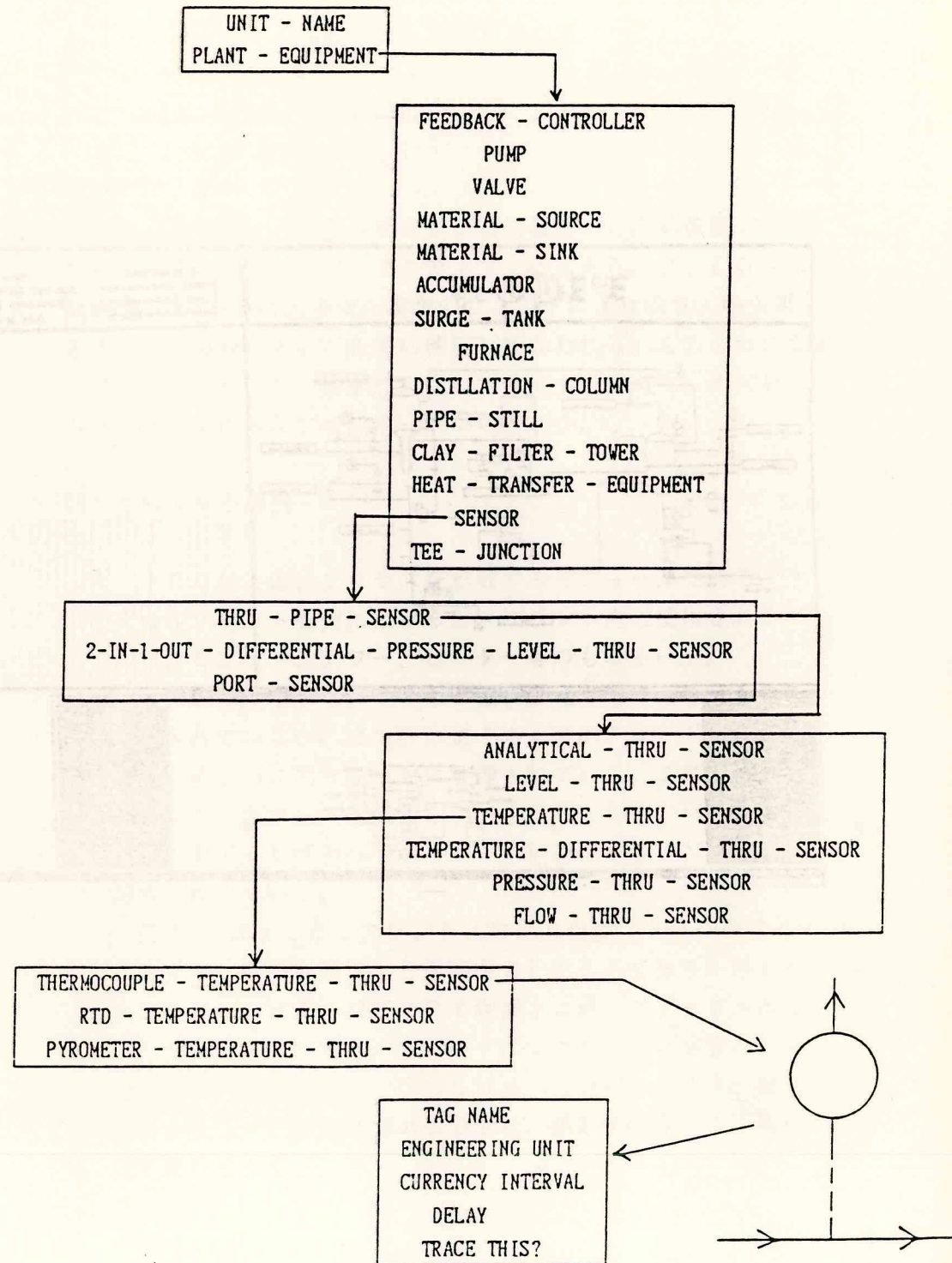


図5-3 ICONの選択 (温度センサー)

(2) ICONの ATTRIBUTES(属性)

(1)項で選択した各ICONには、属性をつける事ができる。特に後記するルールにおいてこのICONを使用する場合かならず必要となる。属性の主なものを次に示す。

a. TAG NAME

ICONにつけられる名称であり、ルールにおいてこの名称を使用する。

b. ENGINEERING UNIT

ICONからのデータに対する単位を表す。
(例: DEG-C, BPH)

c. CURRENCY INTERVAL

推論エンジンに対し、データを確保するための時間。

d. DELAY

過去のデータが必要な場合。

e. TRACE MODE

R-TIMEにより入力するデータのトレースを行なう。

(3) ICON間の CONNECTION

画面上の必要な位置に置かれたICON間をマウスにより接続を行なう。各ICONには、プロセスの流れの方向が指示されているため接続時点の矛盾は許されない。図5-4 Aはプラント設計者が書いたプラント図面であり、同図BがそれをPICONによって作成したものである。

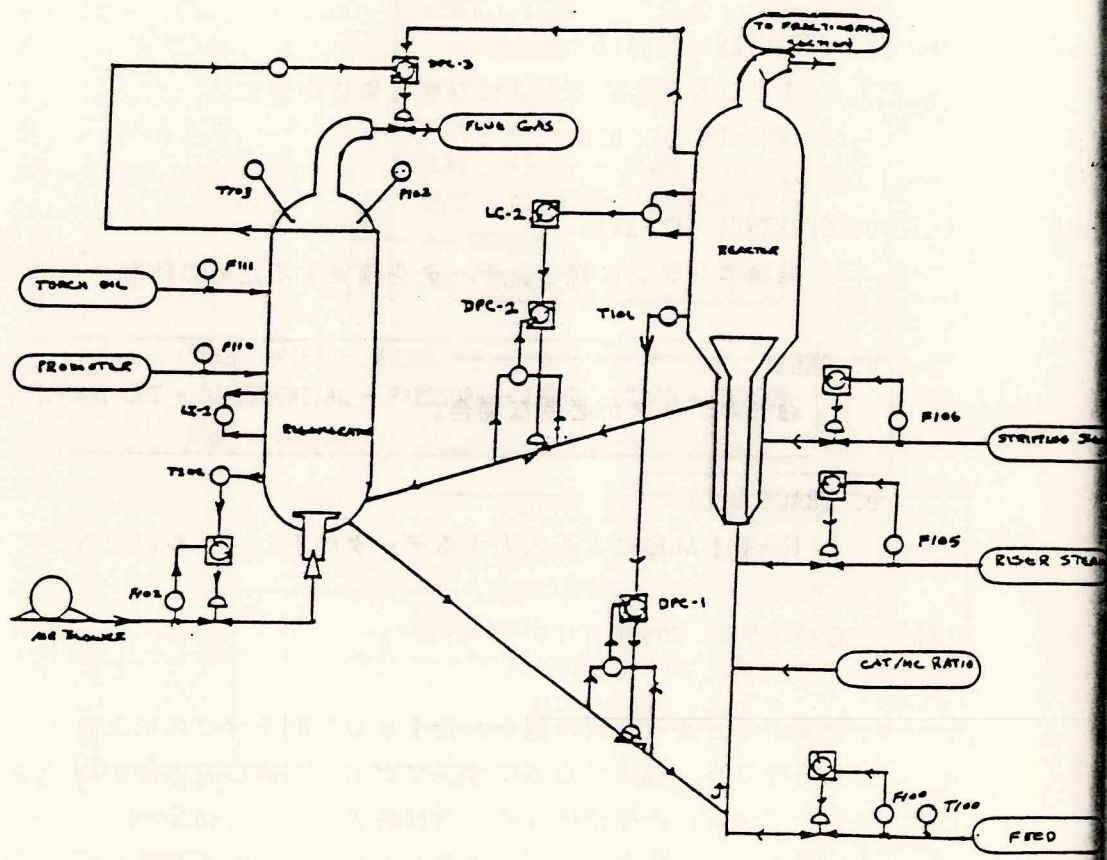


図5-4a PROCESSモデル図面 (HANDWRITING)

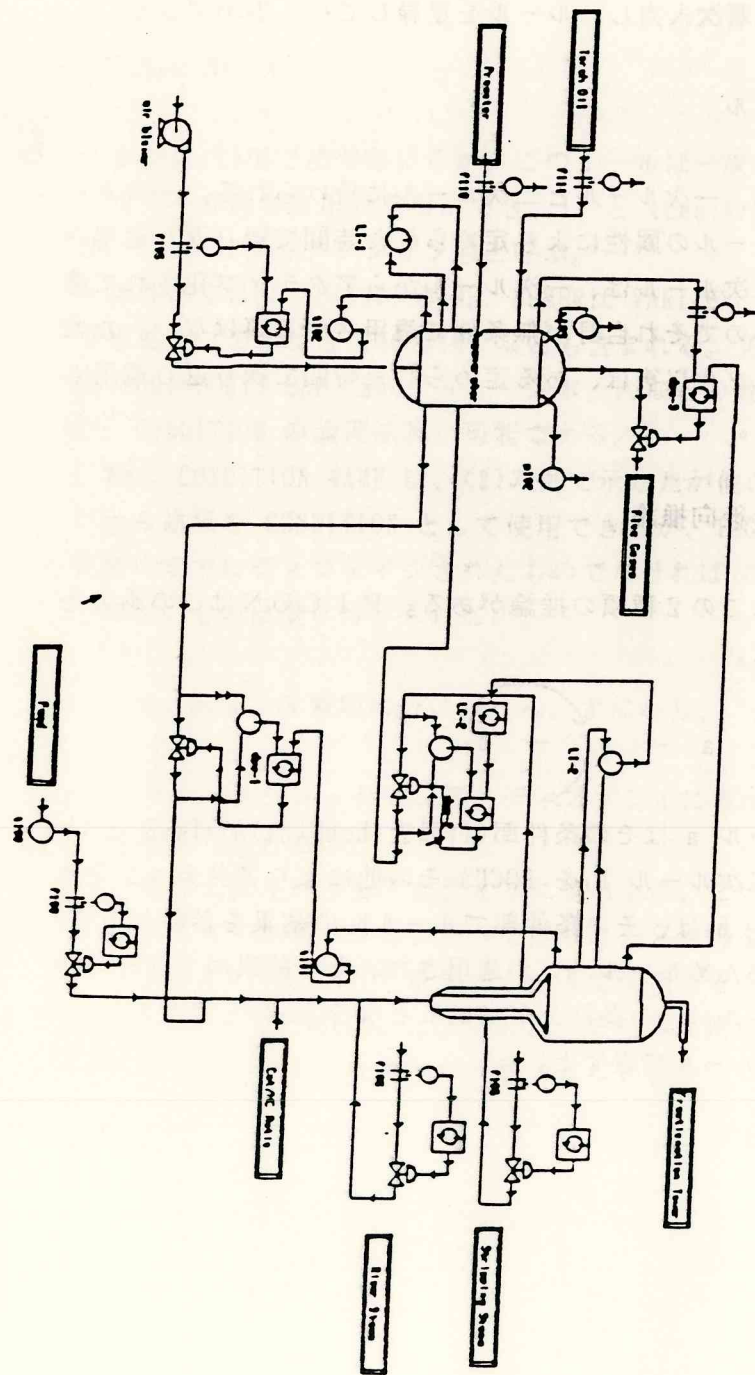


図5-4b PROCESSモデル図面 (P I CON)

5.2. ルール

ルールは、if・・・then ルール、whenever ルール、let ルール及び simulate ルールからなる。

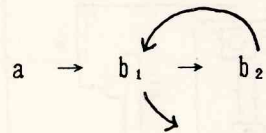
P I C O Nを用いて、ルールの登録又は修正を行なう場合P I C O Nは、その時点でインターアクティブに入力可能な語句を表示するため、オペレータは、それにしたがってマウス又はキーボードにより、順次入力し、ルールを登録して行く事ができる。

*ルールレベル

ルールは、一次ルールと二次ルールに分けられる。一次ルールはそのルールの属性により定められた時間で繰り返し適用される。又二次ルールは、一次ルールからアクティブ化されて適用されるものでそれ自身が無条件で適用される事はない。ただしアクティブ化以後は、ある定められた時間で繰り返し適用も可能である。

*前向推論と後向推論

推論にはこの2種類の推論がある。P I C O Nはこの両方を適用できる。



一次ルール a はその条件部(if以後then以前)が TRUE となった場合、二次ルール b₁を FOCUS その他によりアクティブ化する。ルール b₁は、その条件部でルールb₂の結果を必要としている。このためルール b₂ が適用され、その結果が TRUE であれば、ルール b₁ の条件部が TRUE となる。これを実際の if・・・then ルールで表すと、

a. if $A_1 \geq 100$ DEG-F then focus on HOT

UNIT 名 HOT で表されるルール

b₁. if COLUMN-HIGH then message "CHECK COLUMN"

b₂. if $B_1 \geq 120$ DEG-F then conclude COLUMN-HIGH

となる。

(1) if then ルール

すでに(2)項で述べているが、このルールは一次ルール、二次ルール両者に用いる事ができ、if と then の間を条件部、then 以後をアクション部と呼ぶ。

条件部では CONDITION NAME, NUMERIC VARIABLE 等が使用できる。この中には TAG NAME なども含まれる。又、ここでは LOG, SORT, EXP, abs, +, -, *, / などの数値演算及び、CONDITION の論理演算が可能である。

特に CONDITION NAME は、(2)の例で示したが他のルールによる結果を CONDITION として使用できるが、TAG NAME と同様にすでにディファインされたものでなければならず、そうでないものは受け付けられない。

アクション部は、3種類に分けられる。すなわち、

- アラーム、メッセージ等、ディスプレイに表示する事を目的としたもの。
- 他の二次ルールをアクティブにするもの、この場合後記するルールアトリビュートで指示した名称等を使用。
- 条件部の CONCLUTION を他のルールで使用できるための CONCLUDE。(CONCLUDE は、CONDITION のみに使用可能であり、値そのものをあつかう事ではない。)

(2) whenever ルール

このルールは if-then ルールの拡張としてあるもので、目的は、値の変化を TEST するものであり、一次ルールにのみ使用可能である。

```
whenever t1 varies by 20 dig-f
  if increase then
  if decrease then
```

t₁の値が±20 deg-F 以上変化した場合、もし正方向へ変化したら、if increase then の then 以後に定められたアクションをとる。又もし負方向の場合は、if decrease then の then 以後となる。

変化を検出するための基準値(例では±20 deg-f の中心値)は定められた範囲を越えた場合(例では±20)越えた時点での値が新たな基準値となる。又、このルールでは次の3つの値を変数として用いる事ができる。

- a. new-value : 新しい基準値。
- b. old-value : 一つ前の基準値。
- c. delta-time : old-value から new-value へ変更されるまでの時間。

whenever ルールの動作を図5-5に表す。

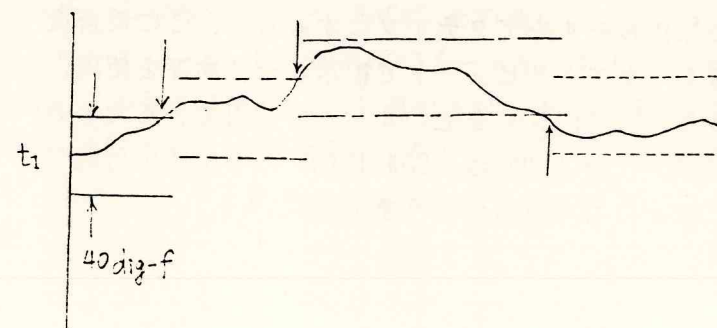


図5-5 WHENEVERルール

(3) let ルール

このルールは、変数、コンディション及び数式等を変数名、コンディション名に置き換えるルールである。

```
LET CONDITION CAUTION = (T100-T200)/2 > 2.0 deg-C
if CAUTION then message "CAUTION TEMP OF T100 AND T200"
```

```
LET VARIABLE WATER-TEMP = T110
if WATER-TEMP < 50 then ACTIVATE CHECK-HEATER
```

(4) simulate ルール

このルールは、構築されたルールをシミュレーションモードで動かす場合、外部入力をシミュレーションするため使用する。又、内部的な変数も使用可能である。

SIMULATE T100 WITH WAVE(a,b,c,d,e)

- a : 基準値
- b : 変化値
- c : 値変化のサイクル時間
- d : 波形の選択(サインカーブ, ノコギリ波, パルス波等)
- e : ノイズ値

5.3. ルールの ATTRIBUTES(属性)

ルールの属性は各ルールにかならずつけられる様になっているが、LET, SIMULATE ルールには特に必要はない。属性の内容と意味を次に示す。

SCAN INTERVAL : 一次ルールが適用される時間

1 : 1秒に1回

3600 : 1時間に1回

ALERT INTERVAL : 他のルールからアクティブにされた場合のルールが適用される時間、したがって二次ルールに使用。

ACTIVATION PRIORITY : ACTIVATE ルールによってアクティブ化される時のパラメータとなる。

ASSOCIATED PROCESS UNIT : FOCUS ルールにより、アクティブ化される時のパラメータとなる。

PROBLEM ADDRESSED : 本ルールで、検出又は調査しようとする問題のタイプ又、SUSPECT ルールによりアクティブ化される時のパラメータとなる。

REASONS FOR RULE : 本ルールの存在理由。

AUTHORS : 本ルールの制作者名。

LATEST CHANGE : 本ルールが最後に変更された日時、これは自動的にセットされる。

TRACE THIS? : 本ルールが適用された場合、結果のトレースの指定。

この様に属性には、ルールのインターバル、二次ルールにおけるアクティブ化のパラメータ及び COMMENT などが含まれている。

5.4. その他

* DEADBAND

通常の if・then ルールにおいて、センサーからの入力値をある値と比較する場合、センサーによってノイズが多い場合、こまかい変化が多い場合など、目的とする比較が正確に行なえない場合がある。そこで、DEADBAND を使用し、このような場合に対する対策をとれる。

```
if Ts > 270 deg-f with deadband 10 deg-f then alarm  
" Temperature in furnace 7 is excessive."
```

上の例では、T_s の値が 275° F を越えないかぎり条件部は、TRUE とはならない。もし、この条件部が TRUE となり (T_s の値が 275° F 以上となった) その後値が低下しても、265° F 以下にならないかぎり、TRUE の状態が続く。

* ステップ・ファンクション

プロセスをダイナミックに管理するため、プロセス動作に合わせたステップレベルを設定し、このステップレベルを変数としてルール内で扱う事ができる。

7. 終わりに

リアルタイム・エキスパート・システムの機能を中心に紹介を行なって来たが、プロセスへの人工知能の応用に際し、外界との係りを持つリアルタイム・ダイナミック・エキスパート・システムが必要である事を理解いただけたと考える。

Knowledge base frame hierarchy

```

-----
ICON
UNIT-NAME
PLANT-EQUIPMENT
PROCESS-EQUIPMENT
PROCESS-CONTROL
FEEDBACK-CONTROLLER
  1-IN-1-OUT-FEEDBACK-CONTROLLER
  2-IN-1-OUT-FEEDBACK-CONTROLLER
PROCESS-ACTUATOR
PUMP
  MANUAL-PUMP
  ON-OFF-MANUAL-PUMP
  VARIABLE-MANUAL-PUMP
  CENTRIFUGAL-VARIABLE-MANUAL-PUMP
  CONSTANT-DISPLACEMENT-VARIABLE-MANUAL-PUMP
  COMPUTER-PUMP
  ON-OFF-COMPUTER-PUMP
  VARIABLE-COMPUTER-PUMP
  CENTRIFUGAL-VARIABLE-COMPUTER-PUMP
  CONSTANT-DISPLACEMENT-VARIABLE-COMPUTER-PUMP
VALVE
  CONTROL-VALVE
  ON-OFF-CONTROL-VALVE
  VARIABLE-CONTROL-VALVE
  LINEAR-VARIABLE-CONTROL-VALVE
  EQUAL-PERCENTAGE-VARIABLE-CONTROL-VALVE
  MANUAL-VALVE
  ON-OFF-MANUAL-VALVE
  VARIABLE-MANUAL-VALVE
  LINEAR-VARIABLE-MANUAL-VALVE
  EQUAL-PERCENTAGE-VARIABLE-MANUAL-VALVE
PROCESS-HOLD
MATERIAL-SOURCE
MATERIAL-SINK
MIXED-TANK
  ONE-INPUT-MIXED-TANK
  TWO-INPUT-MIXED-TANK
  THREE-INPUT-MIXED-TANK
  FOUR-INPUT-MIXED-TANK
ACCUMULATOR
SURGE-TANK
PROCESS-TRANSFORMATION-EQUIPMENT
FURNACE
  ONE-INPUT-ONE-OUTPUT-FURNACE
  FOUR-INPUT-FOUR-OUTPUT-FURNACE
SEPARATION-EQUIPMENT
  THERMAL-SEPARATION-EQUIPMENT
  DISTILLATION-COLUMN
  STILL
  PIPE-STILL
MECHANICAL-SEPARATION-EQUIPMENT
  FILTER

```

CLAY-FILTER-TOWER
 REGENERATOR-EQUIPMENT
 REGENERATOR
 REACTOR
 HEAT-TRANSFER-EQUIPMENT
 LIQUID-TO-LIQUID-HEAT-XFER
 HEAT-EXCHANGER
 COOLER
 HEATER
 FORCED-AIR-COOLER
 TRIM-COOLER
 INSTRUMENTATION-EQUIPMENT
 SENSOR
 THRU-PIPE-SENSOR
 ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 NAPH-CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 KERO-CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 LAGO-CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 NAGO-CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 STACK-ANALYZER-ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 OXYGEN-STACK-ANALYZER-ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 CARBON-MONOXIDE-STACK-ANALYZER-ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 CALORIMETER-ANALYTICAL-THRU-SENSOR
 LEVEL-THRU-SENSOR
 DIFFERENTIAL-PRESSURE-LEVEL-THRU-SENSOR
 SONIC-LEVEL-THRU-SENSOR
 TEMPERATURE-THRU-SENSOR
 THERMOCOUPLE-TEMPERATURE-THRU-SENSOR
 RTD-TEMPERATURE-THRU-SENSOR
 PYROMETER-TEMPERATURE-THRU-SENSOR
 TEMPERATURE-DIFFERENTIAL-THRU-SENSOR
 PRESSURE-THRU-SENSOR
 GAUGE-PRESSURE-THRU-SENSOR
 DIFFERENTIAL-PRESSURE-THRU-SENSOR
 FLOW-THRU-SENSOR
 MAGNETIC-FLOWMETER-FLOW-THRU-SENSOR
 VORTEX-FLOWMETER-FLOW-THRU-SENSOR
 DIFFERENTIAL-PRESSURE-FLOW-THRU-SENSOR
 2-IN-1-OUT-THRU-PIPE-SENSOR
 2-IN-1-OUT-LEVEL-THRU-SENSOR
 2-IN-1-OUT-DIFFERENTIAL-PRESSURE-LEVEL-THRU-SENSOR
 PORT-SENSOR
 ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 NAPH-CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 KERO-CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 LAGO-CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 NAGO-CHROMATOGRAPH-ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 STACK-ANALYZER-ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 OXYGEN-STACK-ANALYZER-ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 CARBON-MONOXIDE-STACK-ANALYZER-ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 CALORIMETER-ANALYTICAL-PORT-SENSOR
 LEVEL-PORT-SENSOR
 DIFFERENTIAL-PRESSURE-LEVEL-PORT-SENSOR
 SONIC-LEVEL-PORT-SENSOR

TEMPERATURE-PORT-SENSOR
 THERMOCOUPLE-TEMPERATURE-PORT-SENSOR
 RTD-TEMPERATURE-PORT-SENSOR
 PYROMETER-TEMPERATURE-PORT-SENSOR
 TEMPERATURE-DIFFERENTIAL-PORT-SENSOR
 PRESSURE-PORT-SENSOR
 GAUGE-PRESSURE-PORT-SENSOR
 DIFFERENTIAL-PRESSURE-PORT-SENSOR
 TEE-JUNCTION
 TEE
 INVERTED-TEE
 MERGE-TEE
 MERGE-INVERTED-TEE
 MINUS-90-DEGREE-TEE
 MINUS-90-DEGREE-MERGE-TEE
 GM-ICONS
 GM-START
 GM-STOP
 TIMER
 TABLE

* DEMO RULES FOR PICON REV. -A- 2-AUG-85

* LEVEL 2
* FILE:LAMA:ONO;DEMO2.LISP#1

PRIMARY RULE
SCAN INTERVAL :40

whenever F200 varies by 3 bph:
if increase then message "increase output of tower"
and diagnose GAS-INPUT;
if decrease then message "decrease output of tower"
and diagnose HEATER

SECONDARY RULES

SECONDARY RULE 1

SCAN INTERVAL :NIL
ALERT INTERVAL :NIL
PROCESS UNIT :GAS-INPUT

if F101 > 50 bph then message
"high gas input f101 = *** boh" with F101

SECONDARY RULE 2

SCAN INTERVAL :NIL
ALERT INTERVAL :NIL
PROCESS UNIT :HEATER

if T200 < 160 deg-f then message
"heater temp is low T200 = *** deg-f" with T200

% TIMING SIMULATE FOR DEMO2
%
% simulate F200 with wave (10,7.5,478)
% simulate F101 with wave (45,9,395)
% simulate T200 with wave (175,31,743)
%

* E.O.F.

* DEMO RULES FOR PICON REV. -A- 2-AUG-85

* LEVEL 3
* FILE:LAMA:ONO;DEMO3.LISP#1

PRIMARY RULE
SCAN INTERVAL :80

if F200 < 25 bph with deadband 1 bph then focus on
GAS-INPUT and focus on HEATER

SECONDARY RULES

SECONDARY RULE 1-1

SCAN INTERVAL :NIL
ALERT INTERVAL :NIL
PROCESS UNIT :GAS-INPUT

if FLOW-RATE-OF-GAS then message
"CHECK GAS INPUT FLCW RATE"

SECONDARY RULE 1-2

SCAN INTERVAL :NIL
ALERT INTERVAL :NIL
PROCESS UNIT :*****

if F101 < 50 boh then conclude FLOW-RATE-OF-GAS
and message "FLOW RATE F101 = *** BPH" with F101

SECONDARY RULE 1-3

SCAN INTERVAL :NIL
ALERT INTERVAL :NIL
PROCESS UNIT :*****

if F100 < 55 oph then conclude FLOW-RATE-OF-GAS
and message "FLOW RATE F100 = *** BPH" with F100

SECONDARY RULE 2-1

SCAN INTERVAL :NIL
ALERT INTERVAL :NIL
PROCESS UNIT :HEATER

if WATER-FLOW or WATER-TEMP then message
"CHECK TOWER HEATER"

