仕様記述言語ＰＡＩＳＬｅｙの適用検討

1G−4

堀川博史＊、田島由樹＊、上原憲二＊、上杉利明＊＊
三菱電機（株）　情報電子研究所＊、　鎌倉製作所＊＊

１．はじめに

宇宙機搭載用ソフトウェアに対して、ＡＴＴ社の実行可能仕様記述言語ＰＡＩＳＬｅｙ(Process oriented Applicative and Interpretable Specification Language)〔1〕を適用することを検討した。ＰＡＩＳＬｅｙの記述実験を通して有効性を確かめた後、長時間実行を想定し、出力データの圧縮と伸長の方法の検討とその実現を行なったので報告する。以下、２章では、ＰＡＩＳＬｅｙの簡単な説明を行なう。３章では、有効性の検証と運用上の問題点について述べる。４章では、バッチ運用形態への配慮について述べる。

２．ＰＡＩＳＬｅｙとは

ＰＡＩＳＬｅｙは組込みシステムのための仕様記述言語である。この言語は拡張された関数型言語である。システムは非同期に交信するプロセスの集合として表現される。各プロセスは状態を持っており、その状態遷移は遷移写像と呼ばれる一種の関数により表現される。プロセスの動作は周期的で、遷移写像による状態遷移は無限回繰り返される。一方、プロセス間の交信は交換関数と呼ばれる一種の関数により表現される。次にＰＡＩＳＬｅｙの特徴を示す。

(1)並列動作が記述できる
(2)関数型言語により副作用がない
(3)未定義部分を含んだ仕様が実行できる
(4)時間的な制約条件が設定できる
(5)対話的に実行できる

ＰＡＩＳＬｅｙは実時間システムを対象とし、一定周期毎に動作するタイプのプログラムに向いている。また、ＰＡＩＳＬｅｙ言語で書いた仕様を実行できるので、システムの振舞いを確認・検証することが容易である。

３．ＰＡＩＳＬｅｙの適用

３．１　有効性の検証

ここでは、実際の宇宙機搭載用ソフトウェアで用いられた仕様書の一部を用いてＰＡＩＳＬｅｙによる記述を行なった。題材は２件あり、それぞれＰＡＩＳＬｅｙ記述で３８６ステップと１６５ステップであった。

記述を通して、未設計事項の明確化を行なうことができた（４項目）。

例：異常が４回連続して起きた場合、安全退避への移行命令を出す。このとき、異常が５回以上連続して起きた場合の処置に対する記述が抜けていた。

また、ＰＡＩＳＬｅｙの実行を通して、３項目の問題をみつけることができた。

例：動作系と観測系の異常に対する判別がうまく行えない場合がある。

この結果、ＰＡＩＳＬｅｙ記述実験を通して、仕様レベルでのアルゴリズム上の不具合を検出する可能性があることを示せ、ＰＡＩＳＬｅｙの有効性を示すことができた。

３．２　運用上の問題点

実際のシステムにＰＡＩＳＬｅｙを適用する場合、まず問題になるのが長時間処理である。宇宙機の場合、最低１軌道周期分は解析する必要がある。これを９０分とし、１サイクルを０．１２５秒とすると、４３２００サイクルの実行を行わなければならない（見積り実行時間は約１７時間）。そこで、会話的に処理するのに加えて、バッチ形態の運用が望まれる。つまり、出力データを保存しておいて、後で必要なデータを取り出す仕組が必要となる。このとき、保存されるデータは多量（２００Mbytes～６５０Mbytes）になるので、これを圧縮しておくことが必要である。

４．バッチ運用形態への配慮

これらの問題点に対応するため出力データの圧縮と必要なデータを取り出すためのPAISLey ビューア等をMELCOM ME200の上に開発した。

An Examination of Applicability in PAISLey
Hiroshi HORIKAWA,Yuki TAJIMA,Kenji UEHARA,Toshiaki UESUGI
MITSUBISHI ELECTRIC CORP.

４．１　データの圧縮方法

ＰＡＩＳＬｅｙから出力されるデータは次の構造をもつ文字列形式である。

①初期化イベント

０個以上の空白　時間　１個以上の空白
　写像名　[　引数　]

例：　121.66133 put-unit-data[((Unit-A,Normal),123,0.0543,'test')]

②終了イベント

０個以上の空白　時間　１個以上の空白
　写像名　＝　リターン値

例：　250.00000　　iru-control=(Unit-A,Unit-A,0.0)

この形式のそれぞれの構成要素は次のような内容と意味を持つ。

０個以上の空白：データとしての意味はない。

時間：小数点を持った数字列である。この後に続くイベントが実行された時間を示す。

１個以上の空白：この空白の幅によって、この後に続くイベントがどのプロセスに属しているかを示す。

写像名：仕様記述に用いた写像の識別子である。

引数、リターン値：アトム値（記号値、整数、実数、文字列値）か、アトム値を組み合わせ、小括弧で囲んだ組か、のどちらかである。

[：写像のイベントが初期化イベントであることを示す

]：引数が終わったことを示す。

＝：終了イベントを示す。

小括弧：組の構成を指示する。

，：組の要素の区切りを示す。

これらの要素を次のように圧縮する。

尚、以下のデータの識別を行なう為にそれぞれのデータの先頭３ビットをタグにしている。

(1)写像名と記号値

文字列として辞書順にソートしたテーブルを仕様の実行の前に作成しておき、そのインデックスで認識するようにする。圧縮の結果は１バイトか２バイトになる。

(2)プロセスを識別する１個以上の空白、[、＝

初期化イベントと終了イベントの区別には１ビット使用する。残りのビットは何番目のプロセスかを表わす整数の計算機内部表現とする。圧縮の結果は１バイトか２バイトとなる。

(3)整数値

計算機の内部表現を用いる。圧縮の結果は１バイトから４バイトまでの長さとなる。

(4)実数値

精度の保証を加味して、ＢＣＤコードを用いる。圧縮結果は元の長さの約１／２となる。

(5)文字列値

圧縮しない。

(6)小括弧

１６個迄の連続する括弧はその個数を整数の内部表現で示す（１バイト）。１７個以上の括弧に対してはこの構造を列挙する。

４．２　ＰＡＩＳＬｅｙビューア

ＰＡＩＳＬｅｙビューアのプログラム群の構成を図１に示す。

多量のデータを考慮して圧縮データはカセット磁気テープに出力できるようにした。

圧縮データ伸長プログラムに対しては、多量のデータから必要なデータを取り出すために、次の伸長対象指定を行うことができる。

①指定時間帯のデータの伸長

②指定写像名に対するデータの伸長

データ圧縮プログラムは３章で述べた仕様の出力を約３０％に圧縮した。

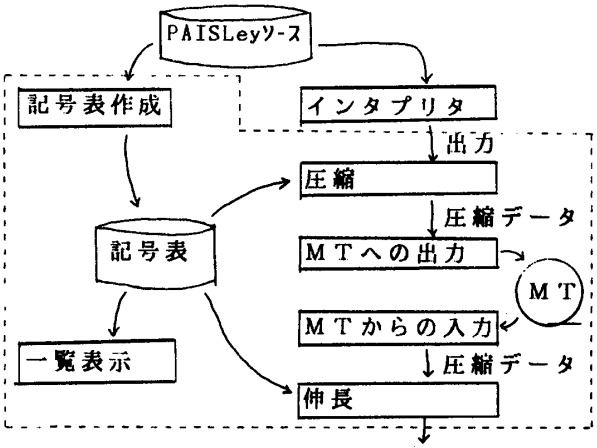

図１．ソフトウェア構成

５．おわりに

ここでは、宇宙機搭載用ソフトウェアの仕様レベルの検証を目的として、実行型仕様記述言語ＰＡＩＳＬｅｙの適用検討を行なった。結果として、長時間処理に対する運用に問題はあったものの、有効に活用できる見込みが得られた。今後、実際の開発に適用しながら本方式の拡張を行なっていきたい。

また、ＰＡＩＳＬｅｙは宇宙機搭載用ソフトウェアに限らず、一般の実時間システムに適用可能であるので、適用範囲を広げて行きたい。

参考文献

[1]P.Zave & W.Schell:Salient Features of An Executable Specification Language and Its Environment,IEEE SE,Vol.SE-12,2,1986.