

自律分権協調概念に基づく計算モデル

2M-8

Kemari

矢野博之* 武宮 博** 布川博士*** 野口正一*

* 東北大学応用情報学研究センター ** 日立東北ソフトウェア(株) *** 東北大学電気通信研究所

1 はじめに

従来の分散システムの計算モデル[1][2][3]は、システムを構成するサブシステムを統括する統括者が存在する分割統治型の分散システムを対象としている。したがって、実行主体間でマスタ・スレーブ関係が生じるために、通信形態としてメッセージパッシング方式を採用せざるをえず、計算モデル自身がオブジェクト指向的な色彩が強いものになっている。

本稿では、自律分権協調概念[4][5]に基づいた分権型[6]の分散システムに対する計算モデルKemariを提案する。分権型では統括者がいないために、各サブシステムは自分自身で自分の行動を定め(自律性)[6]、周囲の様子を見て自らの行動様式を変更(協調性)しなければならない。また、この計算モデルにより、分散処理を各サブシステムが自律的に協調しながらおこなうシステムが自然に記述できることを、蹴鞠のシミュレートを行うことで示す。

2 計算モデルでの自律・分権・協調

計算モデルでの協調とは、データのやり取りにより周囲の様子を知り、実行主体自身に内在する協調のメカニズムにより自らの行動様式を変更することである。このときの実行主体の動作は協調のためのプロトコルに従う。

協調性を実現するために、(1)グループ内での他の実行主体との情報交換、(2)協調するためのプロトコルの2つが必要な機能である。

協調しようとする実行主体は、その中で自由に情報交換ができるグループの中に入り、協調を終えた実行主体はグループから出る。グループへの出入りは、実行主体自身が決める。協調のためのプロトコルは、上で述べたグループの出入りを定めたものである。

実行主体が自律性を持つということは、実行主体の持つ機能が自律性を持っているということと同値であると考えられる。

このとき、(3)データの受け渡し、(4)仕事の依頼関係の2つの機能が自律性を実現するために必要である。

データの受け渡しでは、実行主体の独自の判断により通信形態を変更できるものとする。仕事の依頼関係については、自分で処理の取捨選択を行う必要がある。そのためには、自分に送られてきた処理を取捨選択できる機能と自分から処理を選択して取りに行く機能が必要である。

これまでに述べてきた協調性と自律性のための機能を持った実行主体は、永続的な統治者なしに処理を実行できるので、それ自身分権性のための機能を持っているといえる。

た各サブシステムが対等なので、グループと実行主体が複数個集まって構成されたものも、1つのグループである。

自律・分権・協調概念は三位一体で、それぞれを分離して語ることはできないために、以上の機能をすべて持つような実行主体の集まりが自律分権協調システムの計算モデルになる。

3 Kemariの基本構成

本章では、前章で述べた機能をもった実行主体によって構成される計算モデルKemariについて、その基本構成と情報交換法を述べる。

3.1 基本構成

Kemariは実行主体として機能するプロセス、交換される情報を蓄えるプールから構成される。このプロセスとプールを合わせてファンクショナルセル(Fc)と呼ぶ。

プロセスは識別子としてのタグ、自分が知っているFcを記憶している内部状態、自分の処理できる機能を情報交換を単位として記述した機能記述部、協調のためのプロトコルを記述した協調記述部から構成される。Fcがやり取りする情報をイベントと呼ぶ(図1)。

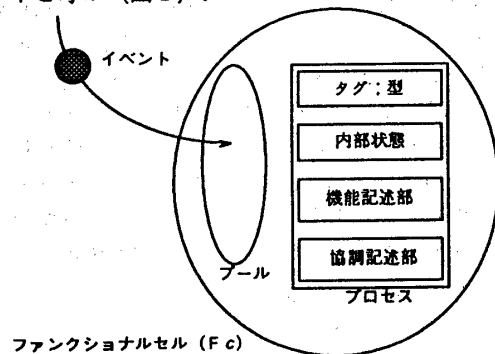


図1 Kemariの基本構成

3.2 Kemariでの交信形態

Kemariは、計算モデルなので論理的な情報交換を考え、これを交信と呼ぶ。Kemariの交信で扱うデータであるイベントは、以下のような構造をしている。

イベント: (名前, data1, data2, ..., datan)

イベントはFc内のプロセスで生成されイベントを蓄えるプールに送られ、プールを仲介してイベント名を指定することにより交信がなされる。このときのプールは、自分のプール、

Computation Model based on an Autonomous Decentralized Cooperative Concept : Kemari
Hiroyuki YANO*, Hiroshi TAKEMIYA**, Hiroshi NUNOKAWA***, Shoichi NOGUCHI*

* Research Center for Applied Information Sciences, Tohoku University

** Hitachi Tohoku Software

***Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

他のFcのプール、グループのプールである。自分のプールや、自分が属しているグループのプールへは自由に読み書きできるが、他のFcのプールには、その存在を知らなければ読み書きが出来ない。Kemariでは、この書き出す先のプールの違いにより様々な交信形態が実現される。

Fcがイベントを読み出すとき、プールからイベントを消さないで、イベントの後に (イベント1, Fc1:h) のように自分のタグを付ける。また、読み込んだイベントを処理しない場合は、自分のタグを付けない事もできる。

3.3 交信の記述と処理の実行

KemariでのFcの機能の記述は1回の交信を基本単位として静的に記述される。ここでは、型の明示的な記述、機能の静的な記述のために処理の記述をλ-式の形を用いて行う。以下に機能記述式の構造を示す。

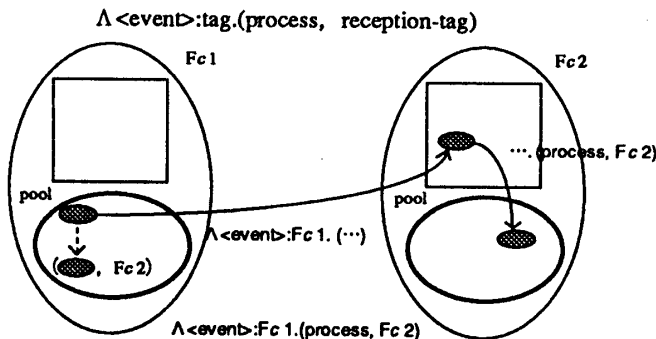


図2 Kemariでの交信の記述

これは、tagで指定されたFcから<event>で指定された名前を持つイベントを読み込み、processで指定された処理を行ない、得られたイベントをreception-tagで指定されたFcのプールへ送ることを表す(図2)。tag, reception-tagは、それぞれタグの名前または型で指定する。また、processが()の場合はデータを読み取って何も処理をしないことを表す。

また、協調処理では、協調のグループから出る場合のように、他からイベントをもらうことなしに、自律的にイベントを書き出すことがある。このために協調記述部では、

((event),reception-tag)

で自律的なイベント書き出しを表す。

4 蹴鞠のシミュレーション

蹴鞠では、鞠が自分の所に来たときに自分が蹴っていいかどうかを、自分の周りの人間の状況を把握して独自に決定しなければならない。即ち、蹴鞠の選手は自律分権協調処理を行っている。従って、人間と鞠をFcとみなすことによりKemariによるシミュレートが可能になる(図3)。以下に5人の選手により行われる蹴鞠のシミュレートを、本計算モデルで記述した場合の選手Fcの構造を示す。

```

FC p1:p          ; タグ p1の型はp
known-about:()  ; 内部状態
function         ; 機能記述部
P1=λ<落下地点data>p-pool.((落下点までの移動時間の計算),p-pool)
P2=λ<移動時間data>p-pool.((自分が蹴ることができるかどうかの判断, 蹴りだしdata作成),p-pool)
    
```

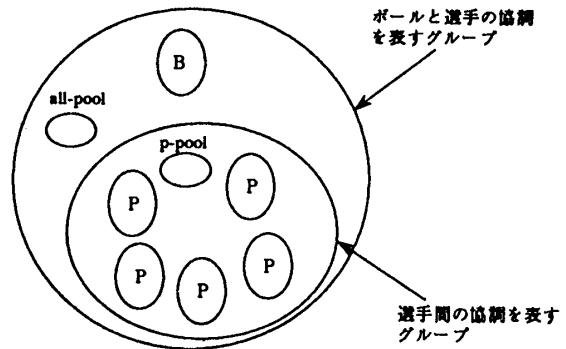


図3 Kemariのモデル化

```

cooperation      ; 協調記述部
C=((参加メンバー召集),all-pool)
;蹴鞠参加メンバーの召集イベントをall-poolに送る
G=λ<参加メンバー召集>:all-pool.(グループ作成)
;蹴鞠開始時のグループ作成
O=((参加メンバーリスト),p-pool)
O'=((参加メンバーリスト),ball)
;参加メンバーのプロードキャスト
M=λ<参加メンバーリスト>p-pool.(内部状態のknown-about作成) ;参加メンバーによる内部状態の作成
E=((自分の守備範囲のデータ),p-pool)
;協調をやめるときの他のFcへの守備範囲の分配
R=λ<リタイヤリスト>p-pool.(自分の内部状態とグループ構造の変更処理)
;協調をやめたFcのイベントを受けたときの内部状態とグループ構造の変更
他の選手Fcはp1と同じ
    
```

図4 蹴鞠のシミュレーションのKemariによる記述

5. まとめ

本稿では、自律分権協調概念に基づく計算モデルKemariを提案した。また蹴鞠のシミュレーションにより実際の問題への適用が可能であり、Kemariの持つ機能により、自律性や協調性が自然に記述できることが示された。

今後の課題はこの計算モデルの記述言語を考え、実験的な方法により自律分権協調概念を考察することである。

参考文献

- [1] Carriero,N., Gelernter,D:Linda and Friends, IEEE COMPUTER, August 1986, pp.26-34.
- [2] 渡辺, 原田, 三谷, 宮本:場とイベントによる並列計算モデル-Kamui88, コンピュータソフトウェア, Vol.6, No.1 (1989), pp.41-55.
- [3] 吉田, 榎崎:場と一体化したプロセスの概念に基づく並列協調処理モデル Cellula, 情報処理学会論文誌, Vol.31, No.7(1990), pp.1071-1079.
- [4] 井原, 大島:自律分散システムとその応用, 電気学会雑誌, 昭59-3(1984), pp.169-176.
- [5] 伊藤:自律分散システムはいかにして構成されるか, 計測と制御, Vol.29, No.10(1990), pp.1-5.
- [6] 矢野, 武宮, 布川, 野口:自律的な協調を行う分権型計算モデルKemari, 情処研報, Vol.90, No.101(1990), PL-27-18, PP. 151-158