

自律分散的に自己診断可能な

6 T-1

マルチエージェントシステム

溝口博三† 下川俊彦† 吉田紀彦‡

九州大学大学院システム情報科学研究科† 長崎大学工学部情報システム工学科‡

1. はじめに

近年、集中型処理から分散型処理への移行が進んでいる。マルチエージェントシステムとは、分散環境における問題解決機構であり、個々の問題解決装置をエージェントと呼び、このエージェントに分散した問題を処理させることで、協調しながら問題を解いていくシステムである。しかしながら、これらのシステムにおいては、これまで故障の発生について想定されて来ていなかった、ゆえに故障が生じるとシステム全体の秩序が崩壊し、人為的な支援無しにはその修復を行なうことは不可能であった。そこでこの研究では、コンピューターネットワークシステムにおける自己診断可能システムの1つである Highly structured system[4] を応用した故障診断を行い、発見した故障しているエージェントに必要な処理を施すことを目的とする。

2. 故障検査の理論

2.1 背景

自己診断可能なシステムとして、Preparata, Metze and Chien の提案による PMC モデル [1] がある。この PMC モデルを用いて、香田により highly structured system[4] が提案されている。自己診断可能システムは、それを構成しているユニットだけで故障しているユニットを検出し得るシステムである。ただし各エージェントは自身の状態が正常か故障か分からない。また、検査ユニットが正常であれば、被検査ユニットの正常、故障状態に応じた検査結果を出力するが、検査ユニットが故障であれば、いずれの検査結果を出力するかは決まっていない。

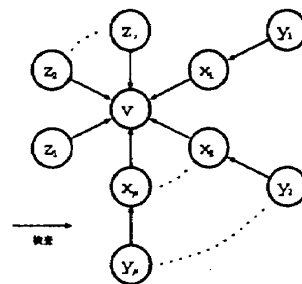
2.2 highly structured system

システム内のエージェントが常に $SubsystemH(v; \mu, \nu)$ を持つとき、システムは highly structured system[4] であるという (図1)。 v は $SubsystemH$ のカーネルエージェント、矢印は検査、 μ は長さ 2 の検査本数、 ν は長さ 1 の検査本数を表す。

Self-Diagnosable Autonomous Decentralized Multi-Agent System Hiromi MIZOGUCHI†, Toshihiko SHIMOKAWA†, Norihiko YOSHIDA†

Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University†

Department of Computer and Information Sciences, Nagasaki University‡

図1: $SubsystemH(v; \mu, \nu)$

ここで n を全エージェント数とすると、

$$n \geq 2t + 1 \quad (1)$$

$$t \leq \mu + \lfloor \nu/2 \rfloor \quad (2)$$

ならば、エージェント v の正確な状態を判断できる。

3. 診断の自律分散化

診断の分散化を行うために、任意のエージェント v が自らをカーネルエージェントとして $SubsystemH(v; \mu, \nu)$ を構築し、その結果を解析する。

3.1 システム構成

このシステムは、全てのエージェントに共有のデータプールを持つ。このデータプールは、システム内のすべてのエージェントの状態 (正常、故障、被検査可能、被検査不可能、被検査中) の情報を持っている。また、診断を開始する為の命令を出すプロセス StartDiagnose を持つ。これは、データプールから、 $SubsystemH(v; \mu, \nu)$ の中心のエージェントになれるエージェントの情報をデータプールから取りだし、そのエージェントに診断開始を依頼する為のプロセスである。

3.2 システム構築法

- 1 任意のエージェント v を決定
- 2 v が自らを中心とした subsystem H を構築、必要なエージェントに検査を依頼
- 3 検査を依頼されたエージェントが検査を実行
- 4 検査結果を v に送信、 v が自身の状態を判断
- 5 v が正常なエージェントと診断されるまで上記 1 ~ 4 を繰り返す
- 6 以下の 2つの方法のどちらかで、未検査のエージェントを検査する

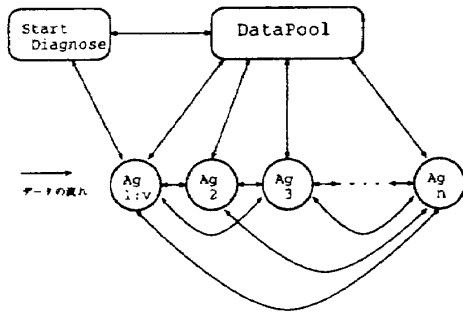


図 2: 自己診断可能システムの構成

- (1) v が全ての未検査のエージェントを検査
- (2) 正常と判断されたエージェント全てが、未検査のエージェントを検査

7 故障と判断されたエージェントは、故障の種類に応じた処理を施される

修復可能な故障 故障を修復し、正常なエージェントとして動作

修復不可能な故障 エージェントを停止し、データプールの登録を抹消する

4. 実験と評価

故障の種類として、修復可能な故障と修復不可能な故障を想定し、エージェントの自己診断可能システムが正常に動作するか確かめ、さらに通信回数、検査回数を調べた。

4.1 検査数

t 重故障同時診断可能システム [2] (t-OD システム) を用いる場合、全体で nt 個の検査が必要である。また、 t 重故障逐次診断可能システム [3] (t-SD システム) を用いる場合、全体で $n + t - 1$ 個の検査を必要とする。さらに、t-SD システムはエージェントが故障を起こしていた場合、(故障エージェント数 + 1) 回システムの実行を繰り返さなくてはならない。

各システムでは最大 t 個までの多重故障を許すので、それを許容するように故障検出の信頼性が 99.99% になるような診断間隔を選び、各システムの平均検査個数を算出すると、表 1 のようになった。

	平均検査回数
t-OD システム	40
t-SD システム	19.333831
本研究のシステム	17.727418

全エージェント数 = 10, 最大多重故障数 = 4 の場合

表 1: 各システムの平均検査回数

これにより、この研究におけるシステムの平均検査回数が一番少ないことが分かる。また、t-OD システムと t-SD システムはどちらも故障エージェントを発見する為のシステムであるのに対して、この研究におけるシステムは、故障エージェントの発見すると同時に、正常なエージェントからの処理が行なえることが利点である。

4.2 通信数

システムを 1 万回実行した時の平均通信数は表 2 のようになった。

	平均検査回数	平均通信回数
過去の検査結果を使用	17.1974	83.1034
過去の検査結果を不使用	17.3040	73.8364

全エージェント数 = 10, 最大多重故障数 = 4 の場合

表 2: 平均検査・通信回数

システムの効率を考えると表 2 から、1 回の故障検査にかかる時間が 1 回の通信にかかる時間より 86.9325 倍以上であれば、過去の検査結果を利用する。以下であれば利用しないシステムを用いれば効率が良い。

5. おわりに

本研究では、これまでの自己診断可能システムより検査数が少なく、分散的に診断できるシステムを確認した。しかし問題点として、通信に関する故障が起こった場合、システムが正常に動作しないことが挙げられる。また、診断を開始する為のプロセスや各エージェントに共有のデータプールを用いているので、その部分が故障した場合、故障診断が不可能になる。ゆえに、これらの問題点を解決したより故障に強いシステムの作成を考えていきたい。

参考文献

- [1] P.Preparata, G.Metze, and R.T.Chien : On the connection assignment problem of diagnosable systems, IEEE Trans. Electromag. Comput. EC-16,6, pp.848-854(1967)
- [2] 香田 徹; t 重故障同時診断可能システム, 信学論 (D), J61-D, 9, pp680-687(1978)
- [3] 香田 徹; t 重故障逐次診断可能システム, 信学論 (D), J61-D, 9, pp688-694(1978)
- [4] T.Kohda : A simple discriminator for identifying faults in highly structured diagnosable systems, Journal of Circuits, Systems, and Computers, Vol.4, No.3, pp.255-277(1994)
- [5] 溝口 博三 : 自律分散的に自己診断可能なマルチエージェントシステム、九州大学卒業論文 (1998)