

クラウドデータセンタ運用業務のモデル化と自動化システムの提案

Proposal of modeling and automation for cloud data center operations

井上 哲也*¹
TETSUYA INOUE

山田 大輔*¹
DAISUKE YAMADA

桑田 喜隆*¹
YOSHITAKA KUWATA

*¹ 株式会社NTTデータ
NTT DATA CORPORATION

As the scale of the computer systems become huge and complex in the latest cloud data centers, the operations of these systems should be more efficient. We proposed a concept of automated message handling system for managed data center service. It's based on a modeling of operator's judgment as state transition models. We built a prototype for the system, and evaluated its performance at an actual data center.

1. はじめに

近年、クラウドと呼ばれるデータセンタサービスが提供され始めている。中でも、仮想的な専用サーバやネットワークを提供する Infrastructure as a Service (以降 IaaS とする) や Hardware as a Service (以降 HaaS とする) と呼ばれるサービスが注目されており、IaaS による仮想サーバを利用して顧客毎のシステムを運用している。このようなデータセンタを本論文ではクラウドデータセンタと呼ぶ。

これまで、企業においては、サーバや業務アプリケーションの運用をデータセンタ事業者へ委託するマネージドサービスの利用が一般的であった。企業がクラウドデータセンタを利用することになり、仮想化技術を用いたサーバ統合によってデータセンタのシステム集約率が向上し、顧客の増加、サービスの低価格化が生じる。このため、データセンタ事業者は、これまで以上に複雑で規模の大きいマネージドサービスの提供を行うことになり、効率よく運用する方法が求められている。

2. クラウドデータセンタの運用

データセンタ事業者の業務は、システム受入れのための設計、システム配置、システム運用、システムの更改・サービス終了という流れで行われる。本提案では、システム運用を対象とする。

2.1 運用メッセージ

マネージドサービスでは、ネットワーク機器や物理サーバ等のインフラ設備、利用者毎の仮想サーバ群と OS 等の基盤、業務アプリケーション等のシステムを運用対象とする。これらに対して、監視システムが構築され、正常性確認やログ等のアラームがやり取りされる。そして、監視システムはアラームの判定結果を運用メッセージとして運用担当者通知する。運用担当者は、それらの運用メッセージについて運用手順書に応じて対応作業、または対応できない作業を高スキルの担当者に依頼するエスカレーション作業を行う。また同時に、運用管理のためインシデント登録を行う。(図 1)

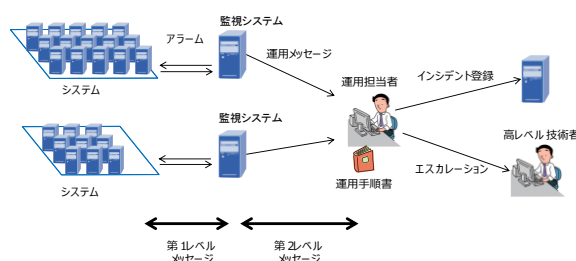


図 1 データセンタの運用概要

このような運用の流れで取り扱うメッセージには、次の種類と特性がある。

- 第 1 レベルのメッセージ : JP1 や Hinemos [Hinemos2010] のような監視システムによる死活監視・性能監視におけるレスポンス測定・データ収集等のメッセージ、ログメッセージ・キーワード監視により抽出されたメッセージ等。ネットワークの瞬断や過負荷により、一時的に測定結果や判断に間違いが生じる。(図 1 のアラーム)
- 第 2 レベルのメッセージ : 第 1 レベルのメッセージに対して、判定処理、閾値処理を行った結果として有用となったメッセージ。単純に判定を行った結果が主であり、環境要因、時系列での変動等を加味しないため、運用担当者による意味解釈が必要となる。(図 1 の運用メッセージ)

システムの運用を行うには、この第 2 レベルメッセージへの対応が重要であり、効率化が求められている。これを、運用メッセージとして以降で扱う。

2.2 運用手順書

システム運用において、運用担当者が通知された運用メッセージに対して行うべき作業内容は、運用手順書に記載されている。運用手順書は、次のドキュメントから構成される。

- メッセージ対応一覧 : 運用メッセージに対する対応手順をまとめたもの。対応担当者の役割やシステム個別に分類される。
- システム構成書 : 運用対象となるシステムの情報。物理構成、ネットワーク構成、ソフトウェア構成等であり、依存関係等の意味を含む。
- 作業スケジュール : データセンタにおける作業スケジュールと、それらがシステムに影響する範囲を規定する。

連絡先: 井上哲也, NTTデータ, 〒135-8671 東京都江東区
豊洲 3-3-9 豊洲センタービルアネックス, TEL:050-5546-
2301, FAX:03-3532-7776, E-mail:inouetty@nttdata.co.jp

運用担当者は、監視システムから運用メッセージが通知されると「メッセージ対応一覧」で対応手順を確認する。同時に、対象システムの情報を確認するために「システム構成書」を確認し、他の要因の確認のために「作業スケジュール」を参照する。そして、運用メッセージに対する判断を行う。対応作業が必要であれば、具体的な作業スケジュールを策定し、対応を実施する。

「メッセージ対応一覧」に記載されている運用メッセージ個別の対応手順を運用ルールと呼ぶ。

2.3 運用担当者の業務

運用担当者は、通知された運用メッセージについて運用手順書と照らし合わせて分析し、対応作業の要・不要を判断する。この判断作業として、次の運用ルールがある。

- 繰返し(時間・回数付) : 一定時間の経過後に対応の要・不要を判断する。一定の周期で監視しており、「異常」の場合は通知され、「正常」に回復した場合には通知されるものと通知されないものがあるような運用メッセージに対して次のように扱う。
 - 運用メッセージの内容が「異常」の場合は、一旦保留し、その後、「正常」が通知された時には対応不要と判断する。
 - 一定時間の経過後に「異常」が通知されなければ「正常」とみなして対応不要と判断する。
 - 一定時間の間に「異常」の通知回数が閾値を超えた場合は対応が必要と判断する。
- リソース瞬間超過 : 一定時間の間、閾値を超過し続けた場合には対応が必要と判断する。
- 監視無視 : 事前連絡があるかどうか、他システムの停止等の影響を受けるかどうかを確認し、対応の要・不要を判断する。

これらのように、運用担当者は運用ルールに基づき対応の要・不要を判断し、対応が必要であれば実施する。

3. 解決すべき課題

運用メッセージへの対応を効率化するためには、運用ルールによる対応の要・不要判断を効率化する必要がある。運用ルールを運用メッセージに適用することは、運用メッセージやそのシーケンスを分析し、状態を推定することである。

従来、運用メッセージの分析としては、単純な文字列マッチングによる検知、複数の運用メッセージの組み合わせ・並び順の検知、それに特定時間内という制限を加えて検知する等の手法が使われてきた。[Thompson 2004][logsurfer 2004][swatch 2008] これらでは、運用メッセージの到着都度に変わる判断や外部要因を加味したような分析処理や推定処理を実現することは難しい。そのため、運用ルールをモデル化し、判断処理を自動化することによって、運用メッセージへの対応の効率化を行う。

4. 状態遷移モデルによるメッセージ自動対応

本提案では、運用ルールに基づく状態遷移モデルを定義し、運用担当者の識別・判断作業を当てはめる方式を提案する。

4.1 メッセージ対応自動化システムの概要

メッセージ対応自動化システムは、運用メッセージを受け取り、各種の運用ルールを適用し、対応が必要と判断されたメッセージのみを運用担当者に通知する。

システムのアーキテクチャは、「受信」、「分析」、「送信」からなる。(図2)

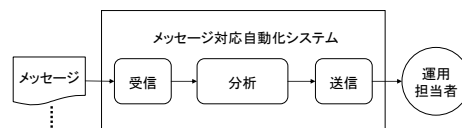


図2 メッセージ対応自動化システムの概要

- 受信 : 監視システムからの運用メッセージを受け取り、「分析」で利用する意味・形式へ変換する。
- 分析 : 運用メッセージに対する運用ルールの適用を実現し、対応の要・不要を判断する。対応が必要な場合は、「送信」へ渡す。
- 送信 : 対応が必要と判断されたメッセージを、運用担当者へ送信する。

このような運用ルールの自動実行を実現する仕組みをメッセージ対応自動化システムとして作成し評価した。

4.2 状態遷移モデル

運用ルールは、分析フェーズで行うメッセージシーケンスからの状態推定である。このメッセージシーケンスによる状態推定は、次の要素を加えることにより、状態遷移モデル化することができる。

- 状態 : 運用メッセージのシーケンスから推定した状態を表す。
- 遷移 : 状態から状態への移行を表す。
- アクション : 遷移の際に実行する動作。
- タイマー : 設定時間の経過後、状態からの遷移を行う。
- カウンタ : 同じ状態を繰り返した回数

運用ルール「繰返し(時間・回数付)」を現した状態遷移モデルを例として図3に示す。

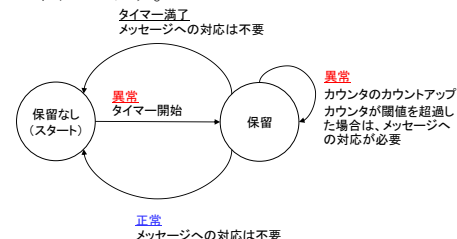


図3 繰返し(時間・回数付)の状態遷移モデル

この運用ルール「繰返し(時間・回数付)」は、監視を周期的に行っており、環境要因等で時々「異常」が検知されるが、次の監視で「正常」となる場合に、運用担当者は「正常」と判断し、対応不要とするような場合に利用される。

「異常」の通知で、監視周期にあわせたタイマーを開始し、状態を「保留」とする。次の監視周期に「正常」が通知されるか、タイマーが満了となると「正常」と判断し、対応不要としてメッセージを破棄する。これによって、運用担当者は一時的な「異常」の発生に対して待機する必要がなくなる。「異常」が継続して通知される場合は、カウンタによって対応が必要と判断され、メッセージを運用担当者に通知する。この場合のみ運用担当者は対応作業を行えばよい。

5. 評価

5.1 ソフトウェア概要

状態遷移モデルを用いた運用ルールの自動実行を実現する仕組みを「メッセージ対応自動化システム」として作成し評価した。(図4)

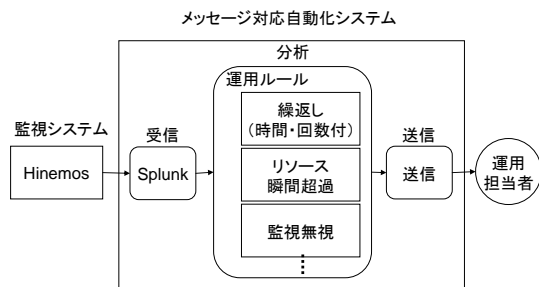


図4 ソフトウェア構成

- 監視システム：オープンソースの運用管理ソフトウェアであるHinemosを使用した。データセンタの監視設定(死活監視、リソースの閾値監視等)を行った。
- 受信：高機能ログ管理ソフトウェアであるSplunk[Splunk 2010]を使用した。監視システムからのメッセージを正規化し、分析で利用する形式にする。
- 分析：状態遷移モデルによる運用ルールの自動実行の仕組みをPythonを用いて実装した。メッセージの送信・削除を判断する。
- 送信：運用担当者へ送信する機能をPythonを用いて実装した。

5.2 評価目的と前提条件

実環境に本提案のモデルを適用したときの稼働削減効果を評価の目的とし、モデルの適応度合、自動化の効果を作業時間として測定する。

評価適用する環境として、複数の実システムを運用していること、運用ルールが整備されていること、評価期間中の大きなシステム・構成変更のないことを前提とする。

5.3 データセンタと運用対象システム

評価に利用したデータセンタの環境・規模を、表1に記載する。システム数は運用する業務システム等の数、ノード数は全てのシステムに属するサーバの数、監視システム数は、全てのシステムの運用に使用されている個別の監視システムの数、発生メッセージ数は全ての監視システムから一日に送信するメッセージの合計数である。尚、実環境であるため、ノード数等は評価期間を通して一定ではなく、増減を伴っており、構築・工事の期間にあたったためやや多くのメッセージが発生している。

表1 データセンタの環境・規模

項番	項目	数量
1	システム数	30
2	ノード数	600
3	監視システム数	35
4	発生メッセージ数	50~150件/日

データセンタにおけるクラウドシステムの構成は、IaaSシステムと業務システム毎の監視システムが構築されており、それぞれ

からのメッセージが混在で運用担当者に通知される構成となっている。(図5)

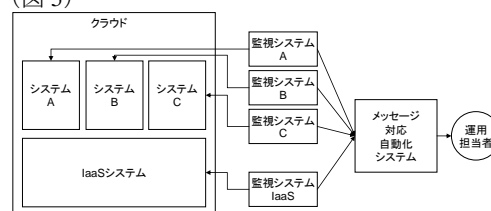


図5 評価用システム構成

扱う運用メッセージの種類・特徴については、死活監視、プロセス監視、リソース監視、ログ監視、サービスポート監視等が主体である。

6. 評価結果と考察

6.1 評価結果

評価期間中に発生したメッセージの総数は、約37万件である。月毎の詳細を表2に示す。

表2 運用メッセージ数

期間	メッセージ数
12月	86,924
1月	177,035
2月	106,221
合計	370,180

全メッセージ中で状態遷移モデルを適用したメッセージ数は、約295万件であり、適用率は約80%である。詳細を表3、推移を図6に示す。

表3 モデルの適用率

メッセージ数	370,180
適用数	294,995
適用率	79.7%

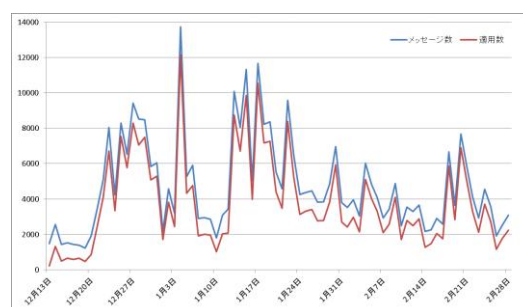


図6 適用率の推移

適用された運用メッセージで、運用担当者に送信された運用メッセージは、期間を通して平均40%であり、平均60%の削減(自動対応による完了)が行われた。詳細を表4、推移を図7に示す。

表 4 運用メッセージへの判断

分析結果	運用メッセージ数	割合
送信判断	117,706	39.9%
削除判断	177,289	60.1%
合計	294,995	100%

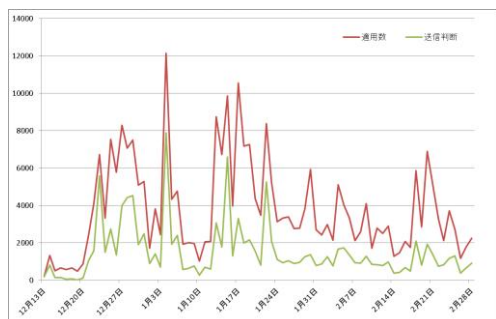


図 7 送信判断の推移

6.2 考察

評価結果より、次の結果が得られた。

- ルール適用率 : 79.7%
- 削除判断 : 60.1%

この結果から、モデルの適合度は約 80%となった。また、運用担当者の稼働削減効果を推定するために、運用作業において運用担当者が拘束される作業時間を積算する。繰返し(時間・回数付)、リソース瞬間超過、監視無視の拘束時間を、それぞれ、5 分、5 分、1 分とし、メッセージの削除判断による稼働削減時間の結果を表 5 に示す。この結果から、自動化の効果は、7566 分/日(約 126 時間/日)の稼働削減となった。

表 5 運用ルール毎の自動化の効果

運用ルール	稼働削減時間 (分)	
	期間全体	1 日当たり
繰返し(時間・回数付)	310	4
リソース瞬間超過	588,220	7,541
監視無視	1,614	20
合計	590,144	7,565

適用率は約 80%であり、適用されなかった残りの 20%の多くは、監視システムから運用担当者へメッセージを通知する仕組みの正常性を一気通貫で確認するためのメッセージであった。この運用ルールを自動対応することも可能であるが、本来の趣旨と外れてしまうため適用しないとすることが適当である。

削除判断は約 60%であり、送信判断は約 40%であった。送信判断されたメッセージは運用担当者が処理すべきメッセージであるが、既に切り分けが行われており、メッセージの内容について対応を行えばよい。

稼働削減時間は、削除判断に基づいているが、実際には送信判断によっても削減されているし、運用担当者は複数のメッセージを同時に処理しているため、単純にはいかない。

7. 結論と今後の課題

状態遷移モデルを用いたデータセンタ運用業務のモデル化と自動対応システムを提案し、効率的に運用を行う仕組みとしてメッセージ対応自動化システムを実装して評価した。実環境

における評価結果として、80%のメッセージへの自動対応を行い、その内 60%について対応を完了し、40%について切り分け処理を行い、7566 分/日の稼働削減効果を確認した。

今後の課題としては、次のものがある。

- 適用されなかった 20%のメッセージに含まれている自動対応可能な運用メッセージと運用ルールへの対応。
- 切り分け結果として運用担当者に送信される 40%のメッセージのさらなる自動化。
- ネットワークポロジータシステムの依存関係に基づく運用ルールへの対応。

メッセージ対応自動化システムを適用するには、運用ルールが整備されている必要がある。または、運用ルールをメッセージ自動対応システムに合わせて決定する必要がある。運用ルール作成するには、メッセージの文字列に対して作成するのではなく、メッセージ内容の意味づけと一連のそれらによる意味の変化を捉えて状態遷移モデル化する必要がある。今後は、システム開発時の運用仕様策定、運用業務の仕様決定等の際に実施していく必要がある。

参考文献

- [Thompson 2004] Kerry Thompson: An Introduction to Logsurfer, SysAdmin Magazine March 2004, United Business Media plc, 2004
- [logsurfer 2004] <http://www.cert.dfn.de/eng/logsurf/>
- [swatch 2008] <http://swatch.sourceforge.net/>
- [Hinemos 2010] <http://www.hinemos.info/>, <http://sourceforge.jp/projects/hinemos/>
- [Splunk 2010] <http://www.splunk.com/>