

クラウド環境を対象にした モデルベース設計支援技術

矢野尾 一男 古牧 和久 伊豆倉 さやか 榊 啓

要 旨

クラウド環境上のSIにおいても、提供されたインフラやサービスを組み合わせて、お客様の要件に合う非機能を作り込むプラットフォーム設計は必要になります。クラウド環境ではソフトウェアによる構築の自動化が可能になるなど、モデルベースのプラットフォーム設計手法の効果が高まると考えられます。本稿では、クラウド上のSIを対象にした、モデルベースのプラットフォーム設計支援技術(CARDO)について紹介します。



設計支援／非機能要件／モデルベース

1. はじめに

近年、クラウド環境でのサービス・ソリューション構築に対する需要が高まっています。クラウド環境上のSIにおいても、提供されたインフラやサービスを組み合わせて要件に合う非機能を作り込むプラットフォーム設計は必要です。クラウド環境では、ソフトウェアによる構築の自動化が可能になるなど、モデルベースのプラットフォーム設計手法の効果が高まると考えられます。本稿では、クラウド上のSIを対象にした、モデルベースのプラットフォーム設計支援技術(CARDO)について紹介します。

本技術を、構築自動化技術や構成管理技術などとともに、クラウド上でのSIを効率化・高品質化する環境である「コンピューター支援SI自動プラント(CASSIOPEIA)」に組み込み、お客様に高品質なプラットフォームを迅速に提供するサービスを実現します。

2. クラウド型SIにおけるプラットフォーム設計の特徴

システムに対する要件は、機能要件と非機能要件(性能・可用性・セキュリティなど)に分類できます。従来型のSIでは、機能要件はアプリケーション設計者が作り込み、非機

能要件はプラットフォーム設計者が作り込む、という分担がなされていました。

クラウド型のSIでは、ITインフラやサービスがクラウド事業者から提供されるため、プラットフォーム設計の負担は大きく軽減されますが、提供されたインフラやサービスを組み合わせて、要件に合う非機能を作り込む必要性には変わりがありません。

オートスケール機能を利用することで、厳密な性能設計をする必要性は軽減されますが、性能設計が不要になるわけではありません。RDBMSのようにスケールさせにくいミドルウェアや、ネットワークやストレージなど共有リソースへの配慮が必要ですし、必要なサーバ数・種類を見積もって総コストを算出しない限り、プロジェクトを開始すべきかどうかの判断もできないためです。

クラウド型のSIにおける、プラットフォーム設計の特徴として、以下の3点が挙げられます。

(1) 非機能評価の難しさ

クラウドでは、プラットフォームの詳細が隠ぺいされているため、要求された非機能要件が満たせるかどうかの判断がより難しくなります。

実際に、多くの市場調査で、業務システムへのクラウドの導入を阻害する主要な要因が、セキュリティ・可用性・

性能など非機能要件への不安であることが明らかになっています。

(2) 制約のなかでの設計

自由に設計できる従来型SIと異なり、クラウド事業者が提供するインフラやサービスを利用するという制約のなかで、非機能を設計する必要があります。

(3) ソフトウェアによる構築

ハードウェアリソースが仮想化されていてソフトウェアで制御できるため、プラットフォーム設計の成果物は、人が作業するためのネットワーク構成図や設定手順書などではなく、コンピュータが構築処理を実行するためのスクリプトになります。

クラウド型のSIにおけるプラットフォーム設計は、これらの特徴を踏まえた手法を用いる必要があります。

3. モデルベースSI

クラウド型SIにおけるプラットフォーム設計は、モデルベース開発の手法と親和性が高いと言えます。

モデルベースシステムエンジニアリング (MBSE)¹⁾は、システムの構造や振る舞いを体系的に表現した「モデル」を定義することで、高品質かつ効率的なシステム開発を実現するためのアプローチです。MBSEを導入することで、モデル上で顧客要件を評価して設計の妥当性を事前に確認したり、要件を満たす最適な設計を機械的に導き出したりすることができます。

プラットフォーム設計はアプリケーション設計と比べて案件間の差異が小さいため、設計をモデル化・テンプレート化して複数の案件で利用することで、コスト削減・品質向上を図りやすいという性質があります。弊社でもMBSEをSIに適用した、モデルベースSIに取り組んでいます^{2) 3)}。

この手法をSIの現場に適用する際には、モデルの作成・維持の工数に見合う効果が得られるかどうかが課題となります。従来のSIでは、モデルベースSIの効果は、大きくは「設計の再利用によるコスト削減・品質向上」と、「モデルでの非機能評価による非機能設計支援」の2つでした。クラウド型SIでは、更に以下のような効果を見込むことができます。

・ 構築自動化という付加価値

クラウドでは、インフラの構築がソフトウェア化されるため、モデルから構築スクリプトを生成することで「構築の自動化」まで可能になります。

・ 非機能評価の価値向上

要求された非機能要件が満たせるかどうかの判断は難しいという、クラウド特有の課題が解消されるため、モデル上での非機能評価はより高い価値を持ちます。

・ モデル作成・維持の工数の抑制

クラウド事業者が提供するインフラやサービスを利用するという制約のなかで設計するため、モデル化する対象が限定されます。その結果、モデル作成・維持の工数を抑えやすくなります。

このように、クラウド型SIではモデルベースSIのコスト効果がより高まるため、クラウド型SIではモデルベースSIがより広く利用されることになると考えられます。

4. モデルベースプラットフォーム設計支援技術

4.1 概要

モデルベースプラットフォーム設計支援エンジンCARDOは、「モデル上の非機能評価による非機能設計支援」という従来の技術を更に進めて、非機能設計の半自動化を実現する技術です⁴⁾。

モデル化されたプラットフォーム設計には、多くの「設計パラメータ」が含まれています。例えば、クラスタの台数や、VMのスペック（コア数など）、冗長化の方式、バックアップの方式などです。これらの設計パラメータをどのように設定するかによって、プラットフォームが実現する非機能が決まります。

案件の特性に合わせて非機能要件を決定し、設計パラメータの組み合わせのなかから非機能要件を満たす最適な（最もコストが安い）組み合わせを選ぶには、高度なスキルが必要になります。

CARDOは、非機能要件を入力すれば、それを満たす最適な設計パラメータの組み合わせを算出します。その結果、プラットフォーム設計者は非機能要件の決定に集中することができます。

4.2 構成

図1はCARDOの全体構成を表したものです。ユーザーが入力した非機能要件に基づいて、リポジトリに格納されているモデルの最適な設計パラメータの組み合わせを探索し、非機能要件を満たす最安の構成を出力します。

プラットフォームのモデルは、システムの構成を表すシス

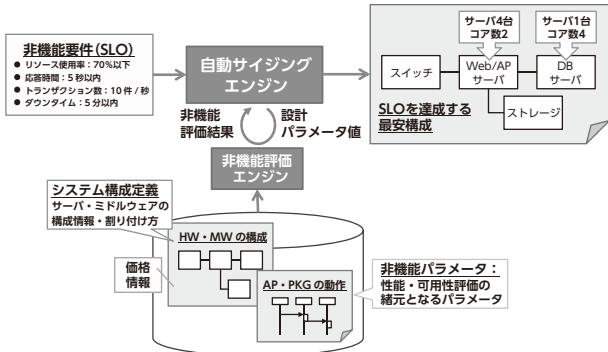


図1 CARDO全体構成

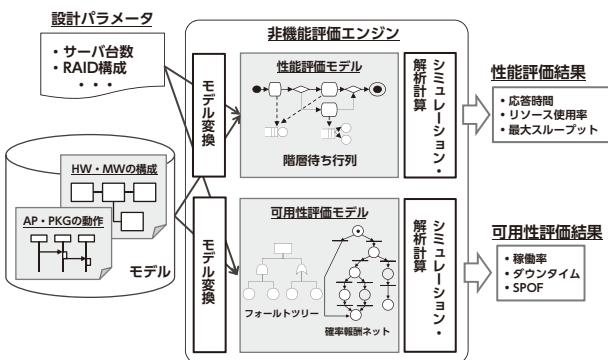


図2 非機能評価エンジン

システム構成定義に加え、価格情報と、非機能評価の緒元となる非機能パラメータが含まれます。例えば、サーバやストレージの素性能 (SPECint 値や最大 IOPS 値など)、MTTF (平均故障間隔) などが含まれます。

4.3 非機能評価エンジン

非機能評価エンジンは、プラットフォームのモデルと、与えられた設計パラメータに基づいて性能と可用性を評価します。性能評価は階層型待ち行列モデルに、可用性評価はフォールトツリーや確率報酬ネットモデルに変換したうえで、シミュレーションまたは解析計算によって評価値を算出します²⁾(図2)。

4.4 自動サイジングエンジン

自動サイジングエンジンは、設計パラメータを生成して、非機能評価エンジンに入力して評価結果を受け取り、その結果が非機能要件を満たすかを調べることを繰り返しながら

表1 シミュレーション回数の比較

モデル	非機能要件		シミュレーション回数		
	スルーブラット	応答時間	全探索	単純な分岐限定法	提案手法
1	10	0.1	2500	100>	7
		0.3	2500	100>	4
	40	0.1	2500	100>	8
		0.3	2500	100>	11
2	50	0.1	2500	100>	10
		0.3	2500	100>	5
	100	0.1	2500	100>	7
		0.3			—

表2 想定したクラウドサービス

メニュー項目	内容	料金		
		Advanced	Standard	Economy
CPUリソース	【基本】CPU×1	120,000	44,000	37,000
	【オプション】CPU×2	33,000	25,000	13,000
	【オプション】CPU×4	90,000	57,000	—
	物理CPUの割当ポリシー	1コア	0.5コア	0.25コア
	割当先物理CPUの素性能	5	3	1
待機系のスタンバイ方式	コールドスタンバイ		10,000	
	ウォームスタンバイ		23,000	
	ホットスタンバイ	40,000		—
ファイルバックアップ周期	月次		15,000	
	週次		25,000	
	日次		35,000	
	オンライン	40,000		—

ら、非機能要件を満たす最安構成を探索する処理を行います。これは、一般に最適化問題と言われ、さまざまな解法が研究開発されています。

CARDOでは、制約プログラミングと分岐限定法を併用して最適解を探索する方法を採用しています。フォールトツリーに帰着される可用性要件は、制約論理式の形で定式化できるため、制約プログラミングを適用し、階層待ち行列の計算には一般にはシミュレーションが必要となるため、分岐限定法を適用しています。分岐限定法を適用する際には、適切なヒューリスティクスを導入し、解析計算による近似解を緩和問題として用いることによって、大幅な探索の高速化を実現しています。

表1は、比較的単純なWeb3層モデルを対象に、非機能要件を変化させながら、最適解を得るまでのシミュレーション回数を比較したものです。提案手法によって、シミュレーション回数を大幅に削減できていることが分かります⁵⁾。

4.5 実行例

以下に、仮想的に想定したクラウドサービス上で、CARDOを用いてプラットフォーム設計をした例を示します。表2は、想定したクラウドサービスのプランとオプションの

表3 入力した非機能要件と出力結果の例

	非機能要件					結果	
	CPU 使用率	平均応答時間	スルーブット	業務継続性	データの復旧地点	プラン	オプション
1	80%以下	3秒以内	10件/秒	—	—	Economy	CPUx2
2			20件/秒	—	—	Standard	CPUx4
3		5秒以内	—	单一障害時は処理を継続	5営業日前まで	Standard	CPUx4 ホットスタンバイ 週次バックアップ
4			50件/秒		1営業日前まで	Advanced	CPUx2 ホットスタンバイ 日次バックアップ

一覧です。表3はこのクラウドサービスに対して、4通りの非機能要件を入力したときに、CARDOの出力として得られた設計パラメータの例です。このように、プランとオプションの多数の組み合わせのなかから、非機能要件に合致する最安構成を自動的に得ることができます。

5. むすび

本稿では、クラウド上のSIを対象にした、モデルベースのプラットフォーム設計支援技術(CARDO)について紹介しました。最適な設計パラメータを非機能要件に基づいて探索する処理を自動化することで、プラットフォーム設計を大きく省力化することが望めます。また、要求された非機能要件が満たせるかどうかの判断が難しいという、クラウドSI特有の課題を軽減することができます。そして、自動構築技術と組み合わせることによって、迅速にプラットフォームを提供することができます。

本技術はまだ研究開発段階ですが、今後クラウド基盤サービス「NEC Cloud IaaS」などで実用性実証を進め、コンピューター支援SI自動プラント(CASSIOPEIA)に搭載していく予定です。そして、モデルベースのプラットフォーム設計技術を通して、お客様に高品質なプラットフォームを迅速に提供するサービスを実現していきます。

参考文献

- 1) S. Friedenthal, et al. : INCOSE Model Based Systems Engineering (MBSE) Initiative, International Council on Systems Engineering, 2007.
- 2) 相澤正俊ほか : OMCSのシステムモデルによるプラットフォーム構築, 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム(CDS), vol. 2, no. 3, 2012
- 3) S. Izukura, et al. : Applying a Model-Based Approach to IT Systems Development Using SysML Extension, 14th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MoDELS), 2011
- 4) 伊豆倉さやか ほか : クラウド環境におけるシステムアーキテクチャの設計支援方式, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 114, no. 50, SC2014-3, pp. 11-16, 2014.5
- 5) S. Izukura, et al. : Determining appropriate IT systems design based on system models, 37th Annual International Computer Software and Applications Conference, 2013

執筆者プロフィール

矢野尾 一男
情報・ナレッジ研究所
主任研究員

古牧 和久
情報・ナレッジ研究所
主任

伊豆倉 さやか
情報・ナレッジ研究所
主任

榎 啓
情報・ナレッジ研究所
主任

NEC 技報のご案内

NEC技報の論文をご覧いただきありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.67 No.2 ICTシステムを担うこれからのクラウド基盤特集

ICTシステムを担うこれからのクラウド基盤特集によせて
NECのクラウド基盤への取り組み

◇ 特集論文

NEC C&Cクラウド基盤 NEC Cloud IaaSのサービス

マルチ環境統合を実現するポータルサービス
多用途環境に対応するハイブリッド型サーバーサービス
多様なネットワーク環境を提供するネットワークサービス
内部統制手法を活用した堅牢なセキュリティサービス
クラウド基盤を支えるデータセンターサービス

NEC C&Cクラウド基盤を支える製品、最新技術

運用の自動化によりトータルコストを最適化する「WebSAM vDC Automation」
運用自動化により効率的な管理を実現する統合運用管理基盤
データセンターのTCO削減に貢献するマイクロモジュラーサーバー及び相変化冷却機構
クラウド環境に適した高信頼基盤を提供するiStorage M5000
データ保存に最適な、優れた圧縮効率と高速性を両立するiStorage HSシリーズ
大規模データセンターの管理自動化をサポートするSDN対応製品 UNIVERGE PFシリーズ
省電力を実現する相変化冷却技術・熱輸送技術

NEC C&Cクラウド基盤の将来技術

低コスト・省電力・低フットプリントを実現するアクセラレータ活用技術
スケールアップにより多種多様なコンピューティングを実現するResource Disaggregated Platform
クラウド環境を対象にしたモデルベース設計支援技術
モデルベースでのサイジングと構成管理によりクラウド上のSIを効率化するクラウド型SI
ビッグデータ分析とクラウド～異常を見抜くインパリヤント分析技術～

導入事例

クラウドで遠隔監視保守システムの安定稼働を実現 全国約1,100基のタワーパーキングの安全を支える
ビジネスの中核を担うシステムをNEC Cloud IaaSへ移行 NECのトータルサポート力を評価
クラウド基盤サービスでグループのIT環境を共通化 ITガバナンスのさらなる強化を目指す

◇ NEC Information

C&Cユーザーフォーラム &iExpo2014

Orchestrating a brighter world 世界の想いを、未来へつなげる。

基調講演

展示会報告

NEWS

2014年度C&C賞表彰式典開催



Vol.67 No.2
(2015年3月)

特集TOP

