

ソフトウェア工学からの クラウドへのアプローチ

電気通信大学
大学院情報システム学研究科
システム設計基礎学講座
中川 博之

調査概要

- 目的
 - Cloud Computing + Software Engineeringの観点から研究領域を
探求する

- 文献調査
 - 以下の国際会議から動向を把握
 - GCGrid'09, CLOUD'11, SECLOUD'11

- 分析
 - 文献調査結果から, 今後有望な研究領域を分析

文献調査結果 (IEEE/ACM CCGrid2009)

- 主なキーワード
 - High-Performance Computing, Grid, Large Scale Computing , Distributed System, Virtualization
- 特徴・論文の傾向
 - Cloud Computingは12セッションのうちの1セッション
 - 計算資源の統合や運用管理などに関する内容が主体
 - クラウド構築とそれに関するソフトウェアの紹介
 - Eucalyptus, パフォーマンス分析ツール(C-Meter)
 - 資源管理・IOパフォーマンスに関する論文
 - クラウド応用
 - リスク分析で用いられるVaR(Value at Risk)の計算にクラウドを利用
 - BPELで記述されたワークフローに対応した, クラウド資源の割り当て法
 - 環境依存のMapReduceをインフラから独立させるMapReduceのインタフェースを実装

→ 実装ソフトウェアの紹介のレベルであり, ソフトウェア工学としての研究成果は見当たらない

文献調査結果 (IEEE/ACM CCGrid2010)

- 主なキーワード
 - Grid, Service-Orientation, Greening, Autonomic Management , Economic Aspects, Monitoring and Evaluation, Security, Trust
- 特徴・論文の傾向
 - 前年よりもCloud Computingに関する研究が増加
 - 計算機資源の再配分といったクラウド基盤に関する研究から, クラウドサービスのセキュリティ, ビジネスモデルに関する研究が見られる
 - 研究例
 - 価格モデルを用いたスケジューリングアルゴリズムの提案
 - 帯域幅が変動する状況下における高速な転送方法
 - ジョブの実行確率を基にレプリケーション戦略を決定する手法
 - MapReduceログからの性能分析
 - ◆ サービスプロバイダのメリット: スケジュール決定への知識の獲得
 - ◆ ユーザのメリット: どの部分がパフォーマンスに影響を与えるかを認識
 - オントロジーを用いて, QoSに合致するクラウドサービスを発見する手段
 - クラウドサービスのビジネスモデル分析
 - ユーザの利得が最大化となる 動的プライシングスキーマの提案
 - 既存の自動リソース割当て戦略の比較

→ クラウドサービスやその選択に関する研究が増加している.
MapReduceの性能分析などパフォーマンスの向上を目指した研究も登場

文献調査結果 (IEEE CLOUD2011)

- 主なキーワード
 - Analysis, Business Intelligence, Performance, Security, Monitoring, Scalability, Elastic, Integrity, SLA, Migration, Modeling
- 特徴・論文の傾向
 - 設計, マネジメント, システム構築がメイン
 - 柔軟性やコストとのトレードオフなど
 - 4種類のセッションにより構成
 - Research Session
 - ◆ クラウド化した場合のパフォーマンス調査
 - ◆ パフォーマンス調査ツール
 - ◆ セキュリティモニタリング
 - Applications & Experiences Session
 - ◆ ビデオストリーミング(プラットフォーム)
 - ◆ クラウドへの移行に関する方法
 - Industry Session
 - ◆ 具体的なサービスシステム作成
 - ◆ クラウド運用や管理ツール
 - Work-in-Progress Session
 - ◆ パフォーマンス視覚化

→性能, セキュリティなどの非機能要求に関心が移ってきている

文献調査結果 (SEACLOUD 2011)

■ 主なキーワード

- Cloud computing, Software engineering, MapReduce, OOTD, migration, modeling, Deployment, Reliability and Availability, Goal Oriented Requirements Engineering, Workflow system, Scheduling

- 特定のキーワードが多い訳ではなく、広範囲にわたっている

■ 特徴・論文の傾向

- クラウド上でのソフトウェア工学を扱ったICSE併設のワークショップ
- 手法の提案というよりは、知見を提供するもの、構築アプリケーションを紹介するものが殆ど
- Migration(クラウドへの移行)に関する研究が複数あり
 - 移行時の各作業時間の計測など

→ ソフトウェア工学としての研究成果が紹介され始めたが、知見の提供など、まだまだ黎明期である

文献調査結果まとめ

- クラウドを扱う会議が急激に増加する中で、この1,2年でソフトウェア工学に言及するワークショップや論文が散見されるようになってきている
 - COMPSAC'11などにも論文あり
- ただし、現状は、手法の提案というよりは、知見を提供する程度のものが多い
- 今後は、ソフトウェア工学の主要会議でもクラウドを扱った成果が報告され始めると予想される

では、何をターゲットとすべきか？

Cloud Computing + SEにおける研究ターゲット分析

- 通常のソフトウェア開発と異なる点
 - 並列分散処理, 大規模DB
 - 移行が困難である
 - サービス連携の複雑さ
 - さまざまなサービスの出現
 - セキュリティの考慮
 - システム環境に対する制約(プロバイダごとに異なる)

Cloud Computing + SEにおける研究ターゲット分析

- 想定される研究領域
 - 要求分析結果に基づいた最適なサービス選択
 - 移行の支援
 - 構築したクラウド環境の検証

想定される研究領域

[要求分析結果に基づいた最適なサービス選択]

■ 背景

- サービスに対するユーザのニーズ多様化
 - ハードウェアの存在による制約から解放
- サービスの多様化と制約の複雑化
 - ユーザーのニーズとサービスとをマッチングさせる技術が必要

■ 有望な要素技術: **ゴール指向要求分析法**

- ステークホルダーの要求を階層構造により記述可能
- **要求が構造化されて記述**されていることにより,
 - 競合箇所の発見と分析を支援
 - 代替案記述や優先順位の検討も可能
- 提供サービスの十分性をゴールツリーの構造により判断
 - **コストも考慮**する

想定される研究領域 [移行の支援]

■ 背景

- PaaS, IaaSは最新技術を多様なプラットフォームで実現しているの
で、習得コストが高い
- IaaSでは環境構築のコストが高く、一方でPaaSでは環境に適合させ
るためのコード修正が必要

■ 有望な要素技術: モデル変換技術, ソフトウェアパターン

- 典型的なクラウド上での設計手段をパターンとして登録
- 典型的な移行に要するコード変更をモデル変換技術により支援

想定される研究領域

[構築したクラウド環境の検証]

■ 背景

- 要求の多様化
 - 達成すべきゴールの複雑化
- 短期間でのリリース
- 動的な構成変更
- 低い再現性
 - ノードの負荷状況に応じて発生する現象も少なくない

■ 有望な要素技術: モデル検査技術, テストケース自動生成技術

- 起こりえる障害を含んだモデルを構築し, 設計モデル上で検証
- 構成変化後の自動テスト
- モデル検査技術とテストによるハイブリッドな検証

Cloud Computing + SEにおける研究ターゲット分析

■ 想定される研究領域

- 要求分析結果に基づいた最適なサービスの選択
- 移行の支援
- 構築したクラウド環境の検証

→ 着目すべき研究領域

- 動的構成変化による高度かつ多彩なサービス提供

着目すべき研究領域

[動的構成変化による高度かつ多彩なサービス提供]

■ 背景

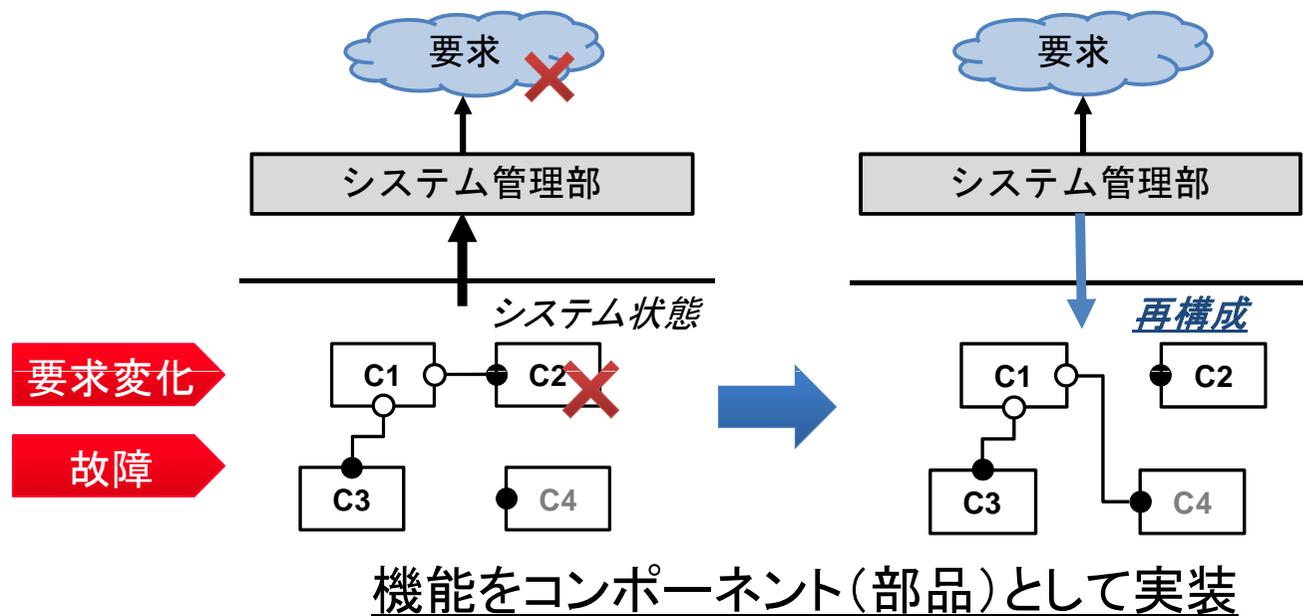
- コンフィギュレーションの頻繁な変更, 構成要素の多様化
→ 運用自動化を支援する技術が必要
 - ユーザーのサービス要求も考慮した構成変更が必要

■ 有望な要素技術: 自己適応システム(Self-adaptive systems)+ゴール指向要求分析

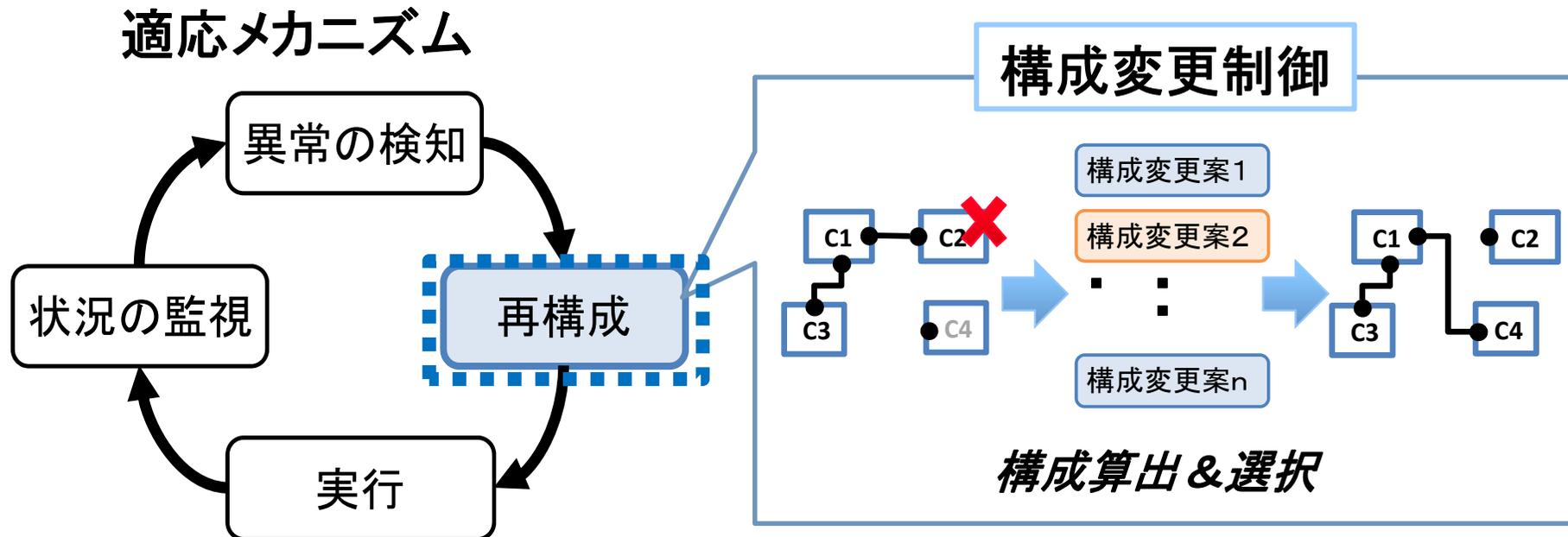
- 自己適応システム: 自らが目的(ゴール)を管理し, ゴール達成のために自身の構成や振舞いを変化させるシステム
 - 大規模・複雑化するシステムへの適用が期待されている
 - Control loop (Collect-Analyze-Decide-Act) による適応メカニズム
- ゴール指向要求分析結果をシステムが動的に管理
 - 負荷の増加, ノード故障などの状況変化に対しても, ユーザの嗜好(非機能要求)に基づいた適切なサービスを決定し提供
 - ◆ 単なる同一モジュールの増減でなく, 異なったサービスを提供するコンポーネント群からも適したものを選択
 - ◆ 動的にコンフィギュレーションを変更

自己適応システム

- 自己適応システム [Kramer07, Cheng08]
 - 変化に対し自らの振る舞いを変更し、適応する
 - 要求や内部状態を管理し、接続構成を動的に変更する
- 要求や実行環境の変化、障害の発生にも柔軟に対処



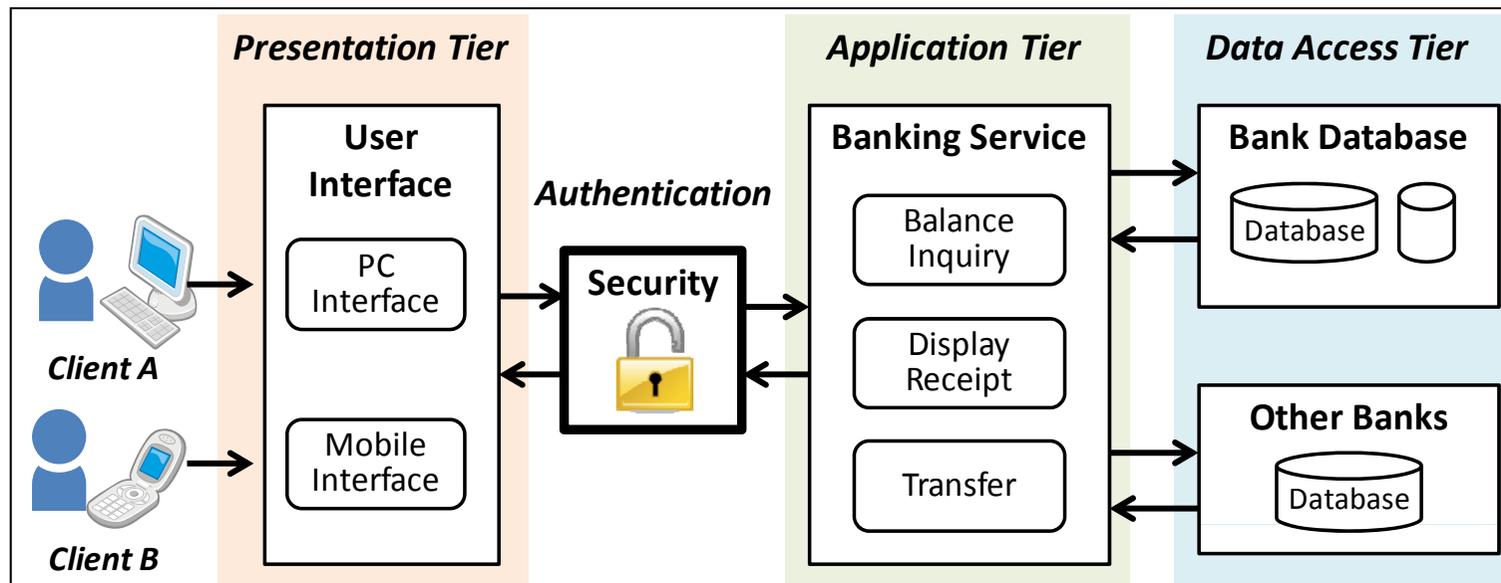
自己適応システム構築における課題



- 変化に対する適応案を自律的に算出する必要
 - 状態や要求を考慮し、状況に即した構成選択が重要
- 自己適応システムの動的再構成手法 および 設計手法

例題による問題提起

■ インターネットバンキングシステム



- 【1】環境変化(故障・状況の変化 ex.突発的なアクセスの増加)
- 【2】代替コンポーネントの用意
- 【3】様々な**非機能要求**(ex. セキュリティ、応答時間、ユーザビリティ)
“トレードオフの問題”(ex.暗号化コンポーネント)

アプローチ

自己適応向け設計プロセス

