

モバイルエージェント

国立情報学研究所 /
科学技術振興事業団さきがけ研究21

佐藤一郎

Email: ichiro@nii.ac.jp

Ichiro Satoh

概要

- 1 モバイルエージェントとは
- 2 モバイルエージェントのアプリケーション
- 3 モバイルエージェントのソフトウェア開発

Ichiro Satoh

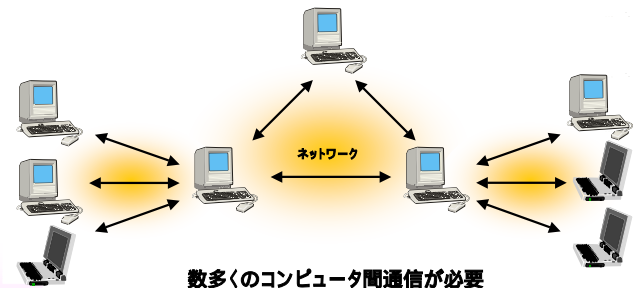
Part 1

モバイルエージェントとは

Ichiro Satoh

分散システム

ネットワークを介したコンピュータ間協調

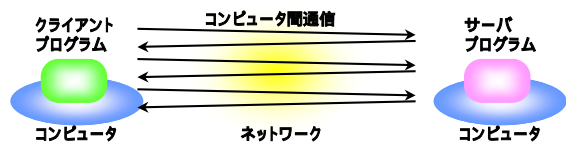


Ichiro Satoh

▶ コンピュータ間通信

相適なコンピュータ上のプログラムが情報交換・協調動作

分散処理の高度化 コンピュータ間通信の増加・複雑化

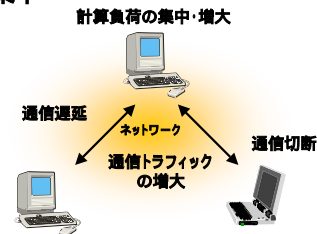


Ichiro Satoh

▶ コンピュータ間通信の問題

コンピュータ間通信はコストが大きい

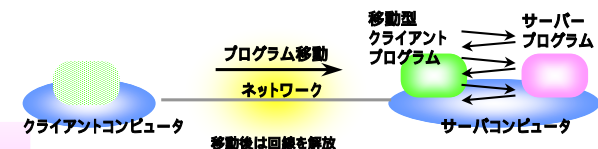
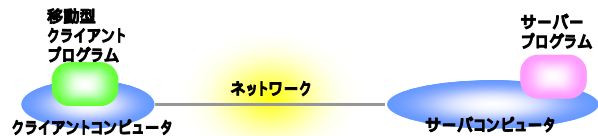
- 通信遅延
- 通信トラフィック
- 常時通信接続の経済的負担
- 特定コンピュータに処理が集中
- 耐ネットワーク切断・故障
- 耐コンピュータ停止・故障
- セキュリティ問題(盗聴)



Ichiro Satoh

▶ 遠隔実行(1 / 2)

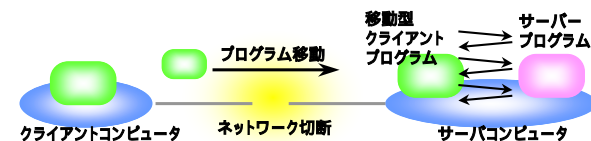
プログラム自体を他のコンピュータに移動させて処理を行う



Ichiro Satoh

▶ 遠隔実行(2 / 2)

プログラムを協調相手のコンピュータに移動
コンピュータ間通信をローカルな通信に変換



- 通信遅延の短縮
- 通信遅延の時間変動が減少
- 通信トラフィックの低減
- 移動後は通信切断可能
- セキュリティの向上(盗聴防止)

Ichiro Satoh

▶ 移動プログラム

コンピュータ間を移動する対象は？

- **モバイルコード**(80s~)
コードだけを移動、移動先では初期状態から再開
例: Applet, HTML, PostScript他
- **プロセスマイグレーション**(85s~90s)
プログラムを実行に必要な情報(コード、実行状態他)を移動
- **モバイルオブジェクト**(90s~)
(静的な)部分プログラム(オブジェクト)のコードと実行状態を移動
- **モバイルエージェント**(95s~)

Ichiro Satoh

▶ モバイルエージェントとは

コンピュータ間移動性をもつプログラム

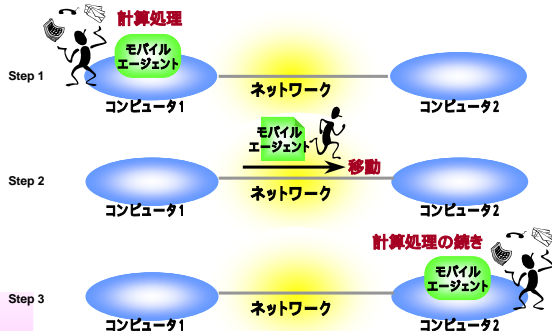
- 能動的に実行可能
- 自律的に他のコンピュータに移動して処理を継続可能
- エージェント間通信、移動先の計算リソースを利用可能
- 複製、永続化(ファイル化)可能

ただし、インテリジェント性は要求されない。

Ichiro Satoh

▶ エージェント移動(1 / 2)

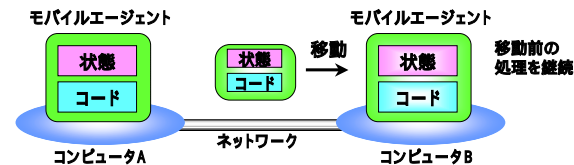
モバイルエージェントはコンピュータ間移動できる



Ichiro Satoh

▶ エージェント移動(2 / 2)

モバイルエージェントの移動では、
プログラムの実行状態(変数内容など)及びコードも転送
移動先では移動前の状態から処理を継続

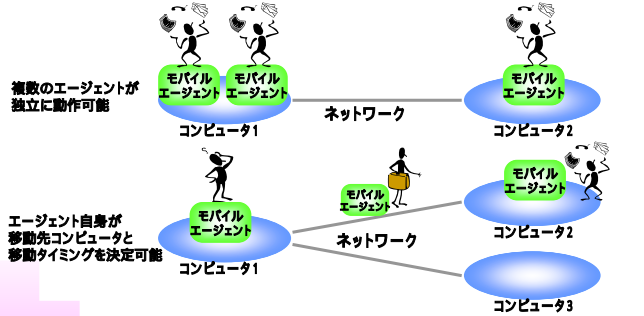


移動直前: 変数内容(+スタック、プログラムカウンタ)をデータ化
到着直後: データ化したエージェントを再び活性化

Ichiro Satoh

▶ モバイルエージェントの機能(補足)

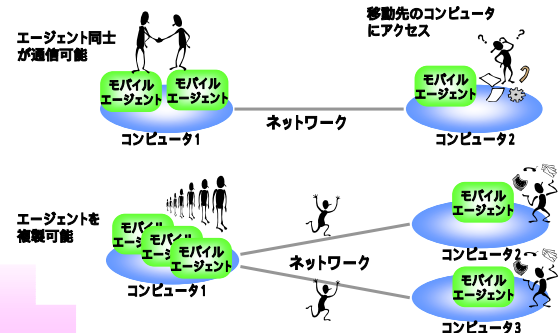
- 能動的に処理可能
- 自律的に他のコンピュータに移動して処理を継続



Ichiro Satoh

▶ モバイルエージェントの機能(補足)

- エージェント間通信、移動先の計算リソースを利用
- 複製、永続化を作成可能



Ichiro Satoh

▶ モバイルエージェントの利点

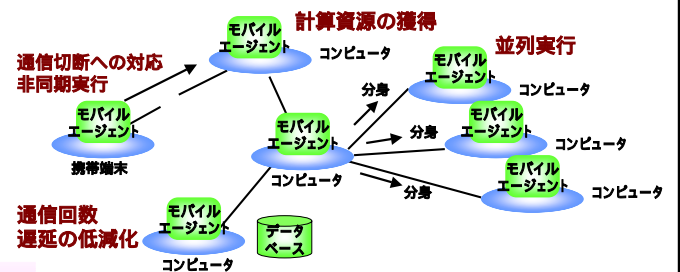
モバイルエージェントはネットワークを移動しながら処理を行う計算実体

- **コンピュータ間通信の削減**
コンピュータ間通信をコンピュータ内通信に同所化
- **非同期実行:**
移動先と移動元は独立
- **通信切断への対応:**
移動後は通信切断しても処理可能
- **動的経路変更:**
移動先と移動タイミングを自律的に決定・移動
- **並列実行・負荷分散:**
複製を生成して並列処理可能
- **通信回数・遅延の低減化:**
通信相手側コンピュータに移動・処理
- **プラットフォーム独立:**
OS・ハードウェアに依存せず処理可能

Ichiro Satoh

▶ モバイルエージェントの処理

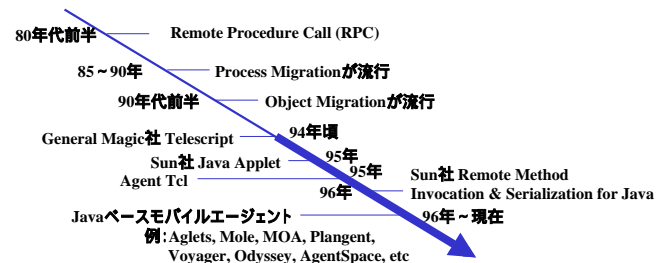
ネットワーク上を移動しながら処理を行う



Ichiro Satoh

関連研究 (1 / 2)

モバイルエージェントの周辺技術



Ichiro Satoh

関連研究 (2 / 2)

既存のモバイルエージェントシステム (記述言語による分類)

Java言語により記述する既存システム

- Voyager (ObjectSpace)
- Aglets (IBM)
- Odyssey (General Magic)
- Mole (Stuttgart大)
- MIPLACE (NEC)
- Kafka (富士通)
- Concordia (Mitsubishi Electric)
- AgentSpace / MobileSpaces (お茶大)

Java言語以外により記述するシステム

- Telescript (General Magic)
- Plangent (東芝)
- Mobiget (NEC)
- Agent Tcl (Dartmouth大)
- Ara (Kaiserslautern大)

記述言語を限定しないシステム

- D'Agent (Dartmouth大)
- Planet (筑波大)

規格

- Mobile Agent Facility Specification (OMG)
- Mobile Agent Specification (FIPA)

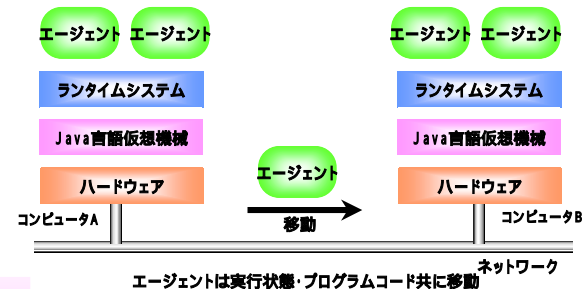
Ichiro Satoh

AgentSpaceシステム

AgentSpace [佐藤, 1997]

Java (JDK 1.1以上) 上に実現 (100% pure Java)

エージェントはJava言語
オブジェクトとして実現



Ichiro Satoh

AgentSpace: ダウンロード

実行環境

Java言語 (JDK Ver.1.1) が動作するコンピュータで動作可能

配布

下記のホームページよりダウンロード可能 (ソースを含む)

<http://research.nii.ac.jp/~ichiro/agent/>

Ichiro Satoh

▶ Part 2

モバイルエージェントのアプリケーション

Ichiro Satoh

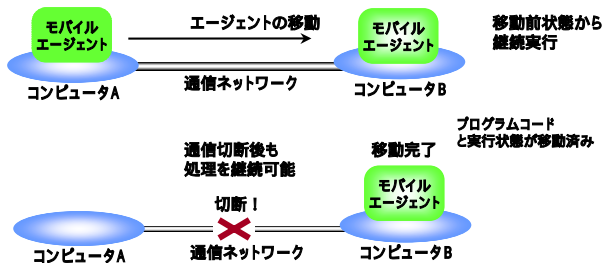
▶ モバイルエージェントの応用分野

- 分散検索 (Distributed Information Retrieval)
- 負荷分散 (Load Balancing)
- 耐故障性 (Fault Tolerance)
- 遠隔フィルタリング (Remote Filtering)
- プログラムの自動配信・インストール
- ワークフロー・グループウェア (Workflow Management)
- 移動アプリケーション (Teleporting)
- 動的通信ネットワーク (Active Network)
- 遠隔制御・監視 (Monitoring and Notification)
- 電子商取引 (Electronic Commerce)、他

Ichiro Satoh

▶ 例: エージェント移動

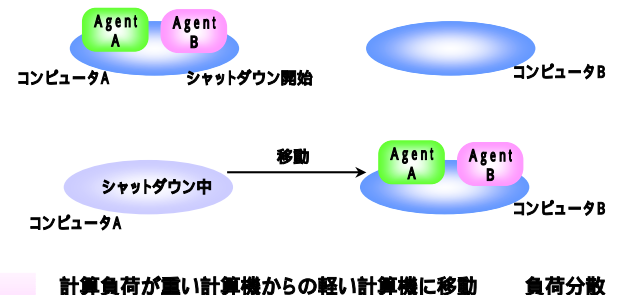
- エージェントは自律的に移動先(コンピュータ)を選択・移動
- 移動先において移動前の状態から処理を継続



Ichiro Satoh

▶ 例: 耐故障性・負荷分散

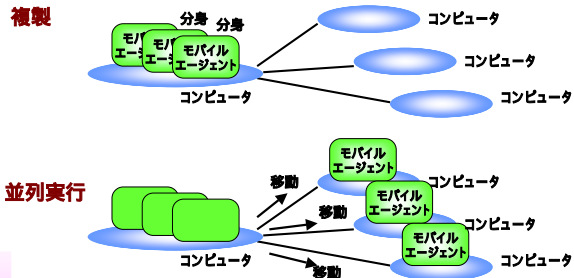
故障・シャットダウン可能性のある計算機からの待避



Ichiro Satoh

例: 並列実行

エージェントを複製し、複数コンピュータに移動・実行

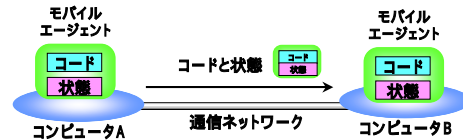


Ichiro Satoh

例: ソフトウェアの配信

ソフトウェアの自動インストール/バージョンアップを実現

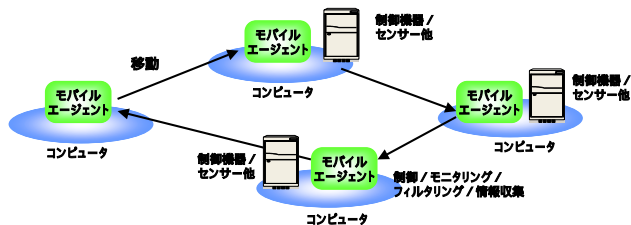
- モバイルエージェントのコード移動性
プログラムの配信
- モバイルエージェントの状態移動性
各種設定の自動化



Ichiro Satoh

例: ネットワーク管理システム

- ネットワークを巡回して各種機器の設定・情報収集を行う
- 必要に応じて情報をフィルタリングし、次の移動先を決定



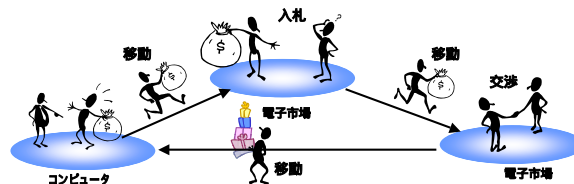
プログラム自体を制御・監視対象に移動させるため、詳細な情報を得ることができる

Ichiro Satoh

例: 電子商取引

エージェントを電子市場に移動させ商取引を代行させる

- エージェント自身のプログラムにより入札・交渉・取引を自律的に実行



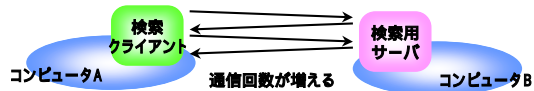
Telescript (1995)など初期のモバイルエージェント研究から提唱されている
応用事例であるが、セキュリティなどの課題が多く残されている。

Ichiro Satoh

▶ 例:分散検索 (Information Retrieval)

相違のコンピュータ上のファイルを検索するには？

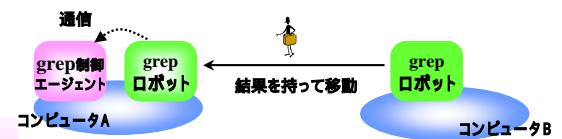
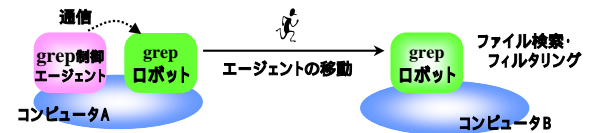
- 検索用プログラム(サーバ)を検索先に用意
- 遠隔端末(Telnet)
- ファイル転送を通じて検索データをダウンロード



Ichiro Satoh

▶ 例:分散検索 (移動grep)

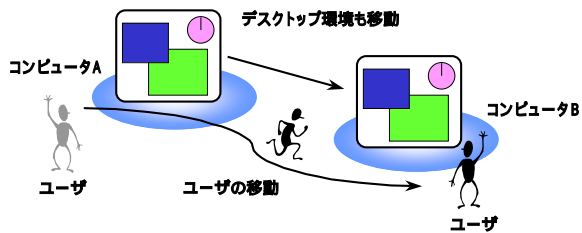
検索用モバイルエージェントを移動させる



Ichiro Satoh

▶ 例:デスクトップ移動 (Desktop Teleporting)

- データとソフトウェアをモバイルエージェントとして一体化
- デスクトップ環境を他のコンピュータに移動・運用

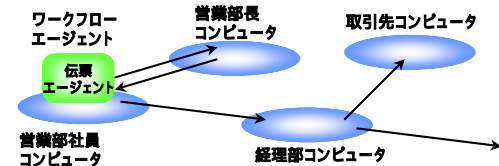


Ichiro Satoh

▶ 例:ワークフローシステム

各ワークフローをモバイルエージェントして実現

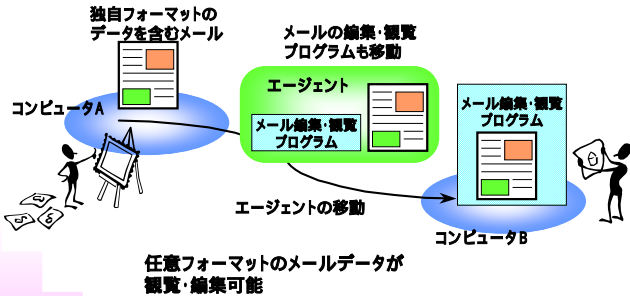
- ワークフローにプログラムを内包
- ワークフロー自身によるフロー経路制御
- ワークフロー内容の選択的アクセス



Ichiro Satoh

例: 電子メール

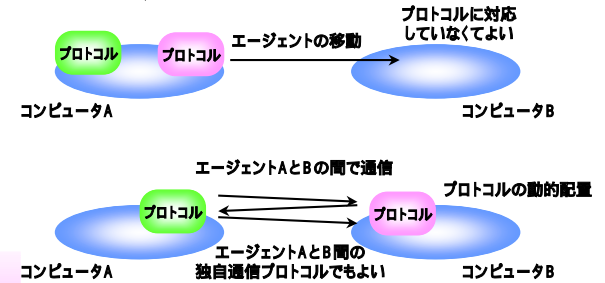
- モバイルエージェントでは電子メールのデータだけでなく編集・閲覧ソフトウェアも転送可能



Ichiro Satoh

例: 通信プロトコルの動的配置・実行

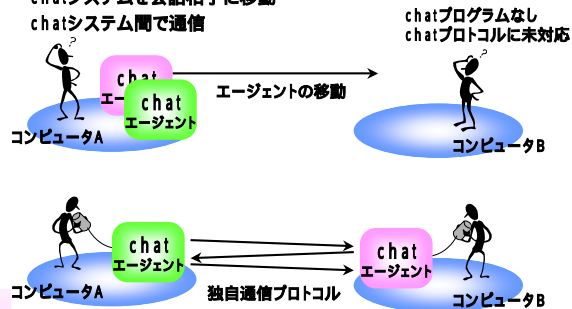
- 通信相手にエージェントを移動させ、エージェント間で通信
- 独自プロトコルによる通信を実現
- 柔軟なQoS制御を実現



Ichiro Satoh

例: 電子会議システム

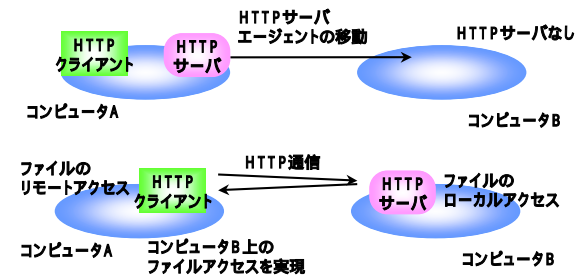
- 電子会議 (chat) システムでは会話相手側に同様のシステムが必要
- chatシステムを会話相手に移動
- chatシステム間で通信



Ichiro Satoh

例: ファイル共有サーバ

- ファイル共有先にHTTPサーバエージェントを移動



- 使用例: 移動端末の接続後にファイル共有サーバエージェントを移動
- ファイル共有及びデータ差分更新を行う

Ichiro Satoh