

広域ネットワークを利用した分散処理構築技術

伊東義高

川鉄システム開発（株） 技術本部 オープンシステム技術部

分散したコンピュータ上で構築したアプリケーション事例について述べる。まず、メインフレーム／UNIX機間の連携の実現として

(1)広域ネットワークを利用したクライアント／サーバーモデルによる連携

(2)ファイル転送をベースとしたバッチ処理の連携

について述べる。(1)では、R-DBMSのクライアント／サーバー機能の適用に加え、独自に開発した同期型AP間リアル通信機能について述べる。次に、

(3)GUI技術の適用

として、UNIX機上で実現したGUI技術について述べる。最後に、分散システムの運用上のテーマとして

(4)UNIX機へのホットスタンバイ機能の適用

(5)遠隔メンテナンス環境の開発

について述べる。

Distributed Computing for Scheduling and Control of Shipping

Yoshitaka Ito

KAWASAKI STEEL Systems R & D Corporation

Technology & Research Division

Systems Technology Department

This report describes the distributed computing technologies used for scheduling and control of shipping. These technologies include;

(1)Client-Server technology between mainframe and workstations on inter-network.

(2)Technology for job control across two systems (e.g. mainframe and workstation).

(3)GUI technology for client workstation.

(4)Hot-standby technology for server workstation.

(5)Remote maintenance technology for client workstation.

(1),(2) are developed for distributed processing in a heterogeneous environment. (3) for friendly user-interface on WS. (4),(5) for distributed system management.

1. はじめに

'90年代の物流を取り巻く環境は、内航船^{注1}依存度の増大、労働力の減少、デリバリ対応の厳格化といった変化があり、それは、物流コストの増大をもたらすだけでなく信頼性の高い、円滑な物流の達成を困難にしている。また、現行のシステム^{注2}は、船および荷役に関する情報をデータベース化することで、経験による配船計画作成を支援することを目的としていたため、上述の厳しい状況変化に十分な対応ができず、以下に示す新たな課題が生じてきた。

(1) 入庫予定品の把握を機械的に処理できない

(2) 船・荷役の動静の把握が不十分である

(3) 多的な要素を組み合わせた最適解を短時間に機械処理することができず、その多くを人間系に委ねている
当社は、これらの課題を解決し、業界トップレベルの船舶運航効率を達成するため、内航船の配船・船舶運航管理の業務を対象として、

(1) 入庫予定品情報の採り入れ

(2) 船・荷役の動静把握の改善

(3) 5日間を日ごとにローリングする一貫整合した計画の策定

(4) 計画実行段階での変動の吸収

を実現する内航物流一貫計画システム（以下Z E U Sと記す）を構築した。

当論文では、Z E U Sのアプリケーションの概要、システムの基本構成（ハードウェア、ソフトウェア、ネットワークの構成）、各種の技術的課題、解決策について述べる。

2. アプリケーション・ニーズとその実現のための適用技術

2.1 アプリケーションの概要

Z E U Sにおいて、UNIX機で実行する処理は、大きく以下の2つに分けられる。

(1) 計画・シミュレーション

IBMホスト上の一貫計画データをUNIX機（以降、A I専用WSと呼ぶ）にダウンロードし、エキスパート・システムを用いて一貫計画の作成を行う。また、作成した一貫計画を、遠隔地に設置したUNIX機（以降、実行調整用WSと呼ぶ）から対話処理により参照する。作成を終えた一貫計画データは、IBMホストにアップロードする。

(2) 実行調整

計画の実行段階での変動を吸収するために、IBMホスト上の一貫計画データを実行調整用WSから対話処理により参照・更新する。

さらに、計画・シミュレーション処理および実行調整処理は、A I専用WSで稼働する船舶動静予測ソフトを利用して船舶の入港予定時刻を算出する。以下の図1にこれらの処理を示す。

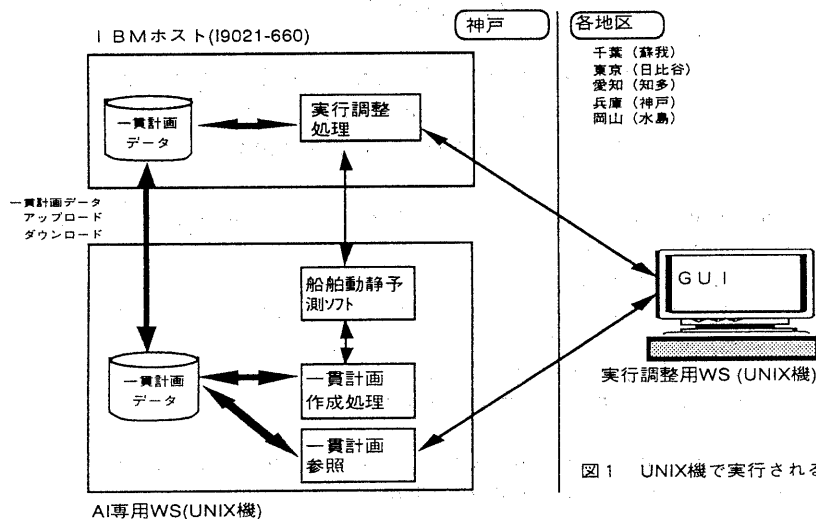


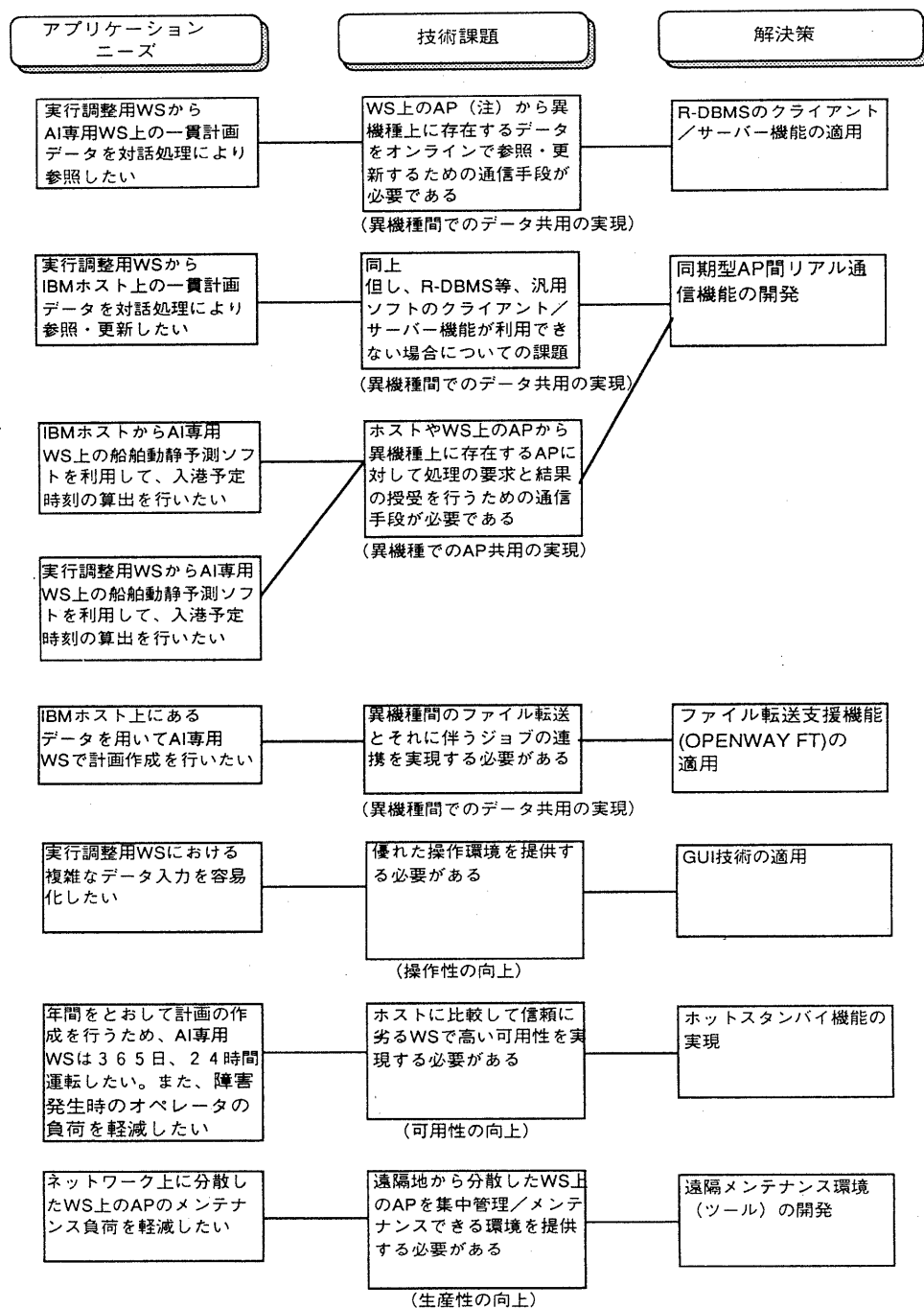
図1 UNIX機で実行される処理

^{注1} 国内における物流で利用される専用の貨物船

^{注2} 内航船運行管理システム：'85年7月稼働

2.2 アプリケーション・ニーズ実現にあたっての技術課題と解決策

図2に、アプリケーション・ニーズから生じる技術課題とその解決策を示す。



（注）AP:アプリケーション・プログラムの略

図2 アプリケーション・ニーズと技術課題および解決策

3. ハードウェア・ソフトウェア・ネットワーク構成の検討

この章では、Z E U Sにおけるシステム構成、すなわちハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク構成について述べる。

3. 1 WS機種の選定

A I専用WSおよび実行調整用WSにはオープン性とコストパフォーマンスに優れたUNIX機を適用した。

A I専用WSでは、エキスパートシステムを稼働させるため、大容量のメモリと高いCPU能力が必要であり、当時、その点で最も優れていたIBM社のPOWERStationを選択した。

実行調整用WSには、SunのSPARCstationを選定した。理由としては、当時、SYBASEのクライアント（後述）は、SPARCstation版のみが日本語化されていたこと、また、SPARCstationは、UNIX機の中でも、比較的成本パフォーマンスに優れていたこと等が挙げられる。

3. 2 DBMSの選定

K-Engine¹³⁾を適用したエキスパート・システムにより作成される一貫計画データは、インターネットワークを経由して、同時に多数のユーザにより利用される。このため、データのセキュリティおよび整合性を保証するDBMSが必須となる。

UNIX機には3rdパーティから多くのR-DBMSが提供されている。この内、ZEUSではSYBASEを適用した。理由としては、以下のようなものが挙げられる。

- (a)SYBASEは社内において、多くの実績があり、知識、ノウハウの蓄積がある。また、K-Engineとのインターフェースも既に開発されており、実績もある。
- (b)サーバーとしてのパフォーマンスに優れており、さらに、ネットワーク負荷を軽減できるストアド・プロシージャ¹⁴⁾と呼ばれる機能がサポートされている。

3. 3 ネットワーク構成の決定

Z E U Sにおけるネットワーク構成は、以下の2つの部分に分けられる。

(1)IBMホストとA I専用WSの接続

既に述べたようにIBMホストとA I専用WS間では、大量ファイル伝送やA P間通信を行うため、両者の接続手段としては、高速な伝送速度を提供できるLANを採用した。具体的にはUNIX機ではもっとも一般的なEthernet方式のLANを採用し、IBMホストにはLAN接続装置を導入することとした。

(2)実行調整用WSとA I専用WSおよびIBMホストとの接続

各地区の実行調整用WSが接続されているLANと、(1)で述べた神戸事業所のLANをルータによって接続する構成とした。またLAN間の回線速度については、SYBASEのクライアント/サーバー構成やA P間通信において十分な応答性を実現するために、64 kbpsとすることとした。（図3参照）

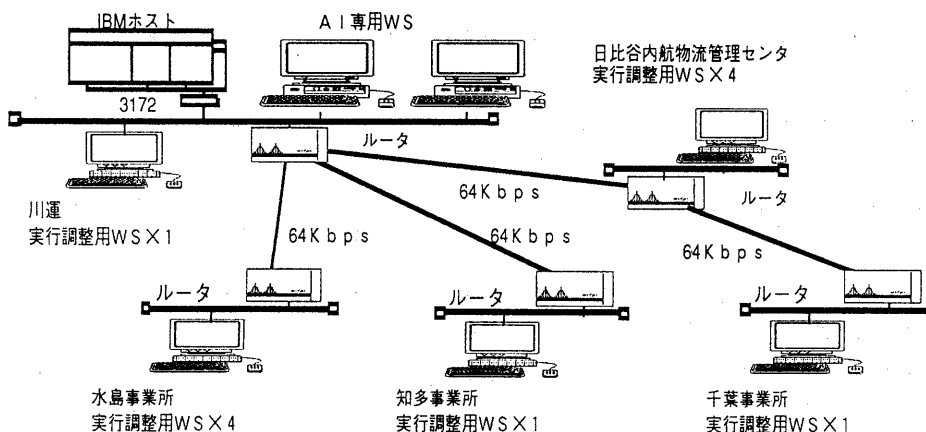


図3 ネットワーク構成

¹³⁾ 川崎製鉄（株）が開発したエキスパートシステム構築ツール

¹⁴⁾ 複数のSQL文を1つの手続き呼び出し（サブルーチン）としてサーバー側に登録し、APから呼び出すことによりネットワーク上の負荷を削減することができる機能

4. 技術課題と解決策

この章では、図2に示した各技術課題に関する解決策について述べる。

4. 1 R-DBMSのクライアント/サーバー機能の適用

実行調整用WSとAI専用WS間の連携はSYBASEのクライアント/サーバー機能により実現した。以下に、その際の課題と解決策について述べる。

(1)マルチベンダ環境における適用について

クライアントはSPARCstation、サーバーはPowerStation上で稼働するため、稼働環境はマルチベンダとなる。異機種間でのSYBASEのクライアント/サーバー機能は実績が少なく、機能、パフォーマンスについて不安があった。このため、LAN環境において実機を使用した機能確認テストとトランザクション処理を行うベンチマーク・テストを行った。その結果、機能、パフォーマンス共に問題無いことが判明した。

(2)インターネットワークを利用する場合のパフォーマンスについて

ZEUSでは、クライアント/サーバー間をインターネットワークにより接続する。その際、LAN間を接続する回線上のネットワーク負荷がボトルネックにならないか不安があった。このため、インターネットワークを利用したベンチマーク・テストを実施した。その結果、最大の懸念事項であった大量データの参照処理では、回線速度(64Kbps)の約50%程度の効率が得られることが分かり、実用に耐えることが確認できた。

(3)マルチベンダによるサポート体制について

SYBASEの場合、WSごとにベンダーが異なる¹³⁵ため、サポートが一元的に受けられず、障害発生時などの対応に不安があった。このため、ベンダーと交渉を行った結果、日本タイムシェア(株)が障害原因の切り分けを行う一次窓口の役割を果たし、サーバー固有の障害については日本タイムシェア(株)が、クライアント固有の障害については川崎製鉄(株)が対応することになった。ただし、クライアントとサーバーの連携部分や原因がはっきりしない障害については両者が協力して対応することとした。

4. 2 同期型AP間リアル通信機能の開発

4. 2. 1 当機能の目的

実行調整用WS、IBMホスト間のクライアント/サーバー処理の実現や、AI専用WSで稼働する船舶動静予測ソフト¹³⁶のIBMホストや実行調整用WSからの利用といった機種にまたがったプログラム間の通信を実現する。

4. 2. 2 機能説明

同期型AP間リアル通信機能は、サービスの要求元であるプログラム(クライアント)とサービスの提供者であるプログラム(サーバー)にそれぞれ通信用の関数(サブルーチン)を提供することで両者間の通信を実現している。以下の図4に概念図を示し、機能の説明を行う。

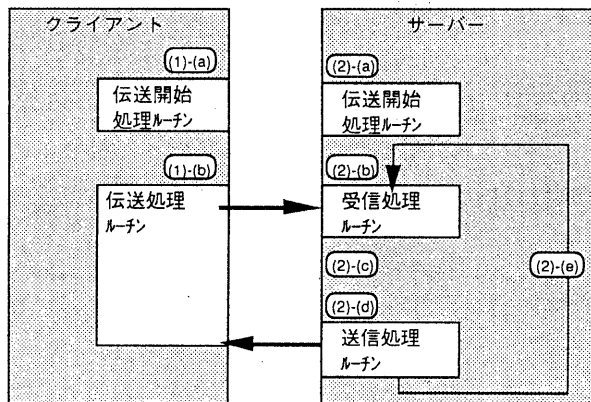


図4 同期型AP間リアル通信機能の概念図

¹³⁵ POWER Station用は日本タイムシェア(株)、SPARCstation Sファミリ用は川崎製鉄(株)が販売している

¹³⁶ 同期型AP間リアル通信機能適用により船舶動静予測ソフトはサーバー(SDLサーバーと呼ぶ)として利用される

(1) クライアントのA P動作

- (a) A Pより伝送開始処理ルーチン呼び出す（通信準備を行う）。その結果（正否）は、伝送開始処理ルーチンの戻りコードとしてA Pに渡される。
- (b) 伝送開始処理ルーチンが正常であれば、送信データと制御用データ¹²⁷を作成し伝送処理ルーチン呼び出す。伝送処理ルーチンは、データ送信を行いサーバーからの受信データとエラー有無等を示す戻りコードをA Pに渡す。

(2) サーバー側のA P動作¹²⁸

- (a) A Pより伝送開始処理ルーチン呼び出す（通信準備を行う）。その結果（正否）は、伝送開始処理ルーチンの戻りコードとしてA Pに渡される。
- (b) 伝送開始処理ルーチンで正常終了であれば、受信処理ルーチン呼び出す。受信処理ルーチンは、クライアントからのデータを受信すると、そのデータをA Pに渡す。
- (c) A Pはクライアントから受け取ったデータを基に独自の処理（データ・アクセスや計算処理等）を行った後、送信データ作成を行う。
- (d) 送信処理ルーチン呼び出す。送信処理ルーチンはクライアントへデータ送信を行う。
- (e) A Pは、送信処理ルーチンより制御が戻ったら、受信処理ルーチン呼び出し、ループ処理に入る。（クライアントからの次の要求に備えるため）

4. 2. 3 当ツールの特徴

(1) A P開発上のメリット

通信用の関数は全て、UNIXの標準的な通信機能であるソケット・インターフェースを使用して開発している。ソケット・インターフェースは複雑なため、A Pから直接利用することは困難であり、障害の原因にもなりえる。当機能を利用することで、このような問題を解消することができる。

(2) コード・コンバート機能の提供

ソケット・インターフェースは、通信の基本的な機能を提供する関数であり、コードコンバートの機能は有していない。このため、メインフレームとUNIX機間の通信に必要なEBCDIC～ASCII間、IBM漢字コード～EUC間の変換は、当機能内で行っている。特に、漢字の変換については、別途購入した漢字変換用ツールを組み込むことにより、実現している。

(3) データの保証

ソケット・インターフェースではデータの喪失が発生する可能性がある。当機能では、送信データ長のチェックを行い、異常が発生した場合には、A Pにエラーコードを戻すことでデータの保証を行っている。

(4) タイムアウト機能の提供

当機能では、タイムアウト機能を提供することで、回線の極端な混雑や通信上の障害によるA Pのハングアップからのリカバリを可能にしている。なお、タイムアウト時間はユーザが設定することができる。

(5) データ送信量を制限

一回あたりのデータ送信量を制限(60K byte)するをことで、長時間にわたる回線の専有を防いでいる。

(6) 移植性

C言語の標準関数のみで開発を行っているため、移植性に優れており、マルチベンダ対応が容易である。現在、以下の機種に対応しており、いずれの機種もクライアントあるいはサーバーになりうる。

- ①IBMホスト(I9021-660)
- ②POWERStation
- ③SPARCStation

¹²⁷ 通信を行うために必要な情報（相手のホスト名、WS名や転送するデータ長等）を格納するエリア

¹²⁸ サーバー側のプログラムは、機器の立ち上げ時点で起動させておく必要がある

4. 3 ファイル転送支援機能(OPENWAY FT)の適用

4. 3. 1 アプリケーションの概要

IBMホスト～A I専用WS間のファイル転送による連携には、(1)IBMホストからA I専用WSへのデータの転送（ダウンロード）、(2)A I専用WSからIBMホストへのデータの転送（アップロード）の2つの処理がある。

(1)ダウンロード

ホスト上で、D B 2のデータを抽出し、A I専用WSにファイル転送する。A I専用WSでは受け取ったデータをSYBASEのD Bに格納する。

(2)アップロード

A I専用WS上で、SYBASEのデータを抽出し、ホストにファイル転送する。ホストでは受け取ったデータをD B 2に格納する。

4. 3. 2 OPENWAY FTの導入

このような連携を実現するため、Z E U Sでは、当社で開発したOPENWAY FTを導入した。OPENWAY FTは、ファイル転送にTCP/IPのファイル転送機能(ftp)を利用し、ホスト-U N I X機間の処理の連係やデータの保証のための仕組みを提供している。以下の図5にOPENWAY FTの概念図を示し、機能概要を説明する。

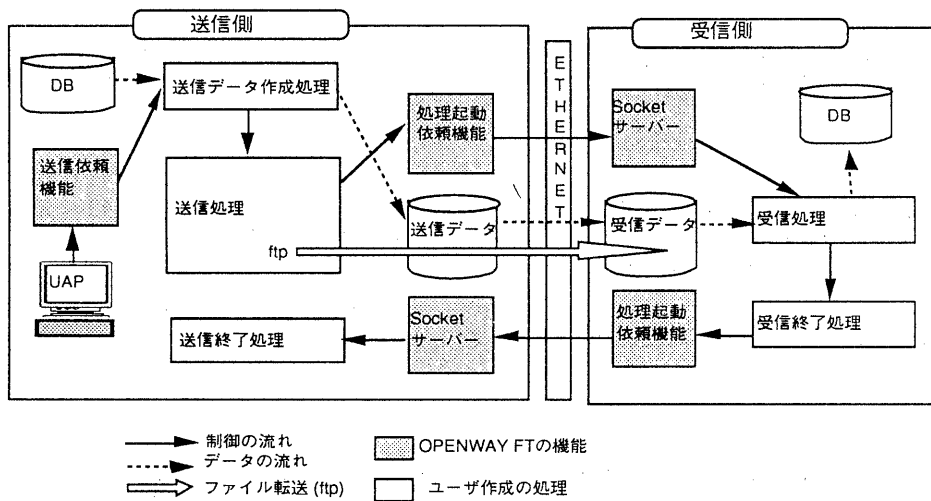


図5 OPENWAY FT概念図

(処理の流れ)

- ユーザ・アプリケーション・プログラム(UAP)より、送信依頼機能を使用して送信データ作成処理を起動する。以降、送信終了処理までOPENWAY FTが処理の流れを制御する。
- 送信データ作成処理が正常に完了した時点で、送信処理が起動される。送信処理では、ftpによりファイル転送を行った後、処理起動依頼機能によって受信側の受信処理を起動する。
- 受信処理では、受信データをDBに格納する。
- 受信処理が正常に完了した時点で、受信終了処理が起動される。受信終了処理では、必要に応じて受信データの削除等を行い、その後、処理起動依頼機能によって送信側の送信終了処理を起動する。
- 送信終了処理では、必要に応じて送信データの削除等を行う。

4. 3. 3 OPENWAY FTの特徴

OPENWAY FTは以下のような特徴がある。

(1)自動リカバリ機能

WSやLAN等の障害を自動検知し、障害が復旧した時点で自動的にリカバリを行うことが可能である。

(2)進捗監視

OPENWAY FT内で起動された処理を一定間隔で監視し、異常終了を検知した場合は、コンソールへの通知を行うとともにブザーで警告する。また、現在の処理の状況、WSの状況をオンラインで参照することも可能である。さらに、OPENWAY FT内で発生した事象は全てログファイルに格納されており、トラブルシューティング等の際に役立てることができる。

(3)異常終了した処理の再起動

異常終了した処理については、障害内容の修正が完了した時点で、再起動を行うことが可能である。その際、最初からやり直すのではなく、異常が発生した処理から再実行が行われる。

(4)複数機種のサポート

OPENWAY FTは、以下の機種でサポートされており、どの組み合わせでも連携を実現することが可能である。

①IBMメインフレーム(ES9000シリーズ、3090シリーズ)

②富士通メインフレーム(Mシリーズ、VPシリーズ)

③POWERStation

④SPARCStation

4. 4 GUI技術の適用

4. 4. 1 アプリケーションで必要とされるGUI技術

ZEUSでは、GUI技術を使用して一貫計画データの参照・更新を行う。具体的には以下の2つの会話処理がある。

(1)船舶動静把握

船舶動静把握では、画面に日本地図を表示し、その上に各地区の気象状況等の情報を表示する。さらに、地域拡大ボタンがマウスでクリックされると各地区の拡大図を表示する。また、拡大図上の船がマウスでクリックされると船舶の情報を表示する。

(2)バースプランの参照/更新

バースプランの参照/更新では、AI専用WSやIBMホスト上の一貫計画データを基に、バースプランのグラフィック表示を行う。バースプラン更新処理では、長方形の絵で示された荷役の期間をマウスでドラッグすることにより荷役の計画を修正し確定することが可能である。また、計画対象期間が長く、多くのバース情報を表示するため、スクロールバーを用いて表示を行う。

これらアプリケーションの特徴として、日本地図や荷役の期間を表す長方形等、自由図形が多いこと、また、マウスを使用した処理が多く、一回の業務での操作回数も多いため、かなりの高レスポンスが要求されること等が挙げられる。

4. 4. 2 GUI技術の選定

(1)GUIスタイルの決定

GUIのスタイルは、OPENLOOKとMotifの2つの業界標準がある。調査の結果、両者は、見た目が多少異なる程度の差しかないことがわかったため、どちらを選択しても問題がないと判断した。したがって、GUIプログラムが稼働するSPARCStationの標準であるOPENLOOKのスタイルを選択することとした。

(2)開発支援ツールの選定

GUIを用いたプログラム作成は、大きな負荷がかかる。GUI部分の開発コーディング量は、アプリケーション・プログラム全体の5～7割と占められる。そのため、GUI開発負荷軽減を目的とした開発支援ツールの選定が重要になる。一般的にGUIプログラムの開発は、図6のようなツールを組み合わせで行う。

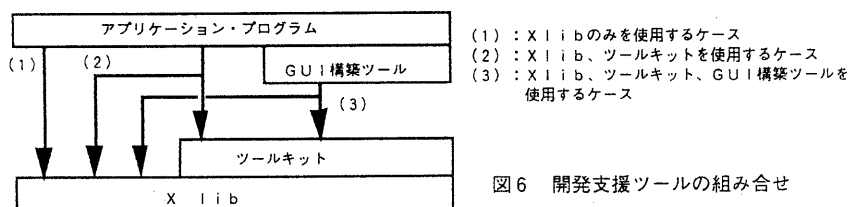


図6 開発支援ツールの組み合わせ

この内、(1)は、コーディング量が多くなり、開発負荷が大きくメンテナンスにも問題があるため、検討の対象から外した。以下に候補としたツールを示す。

表1 開発支援ツール候補一覧

	組み合わせ	G U I 構築ツール	ツールキット
1	(2)		Xt (イイトリシック)
2	(3)	FROENS	Xt (イイトリシック)
3	(3)	Tippler	XView
4	(3)	OpenInterface	OpenInterface
5	(3)	Devguide	XView

*OpenInterfaceは、ツールキットの部分もベンダ独自のものを使っている

GUIプログラムのウィンドウは、パネルと呼ばれるボタンやテキストなどの部品を配置する領域とキャンバスと呼ばれる線や円などの自由図形を描く領域で構成される。

ZEUSのGUIプログラムは、自由図形に対するニーズが高く、したがって、開発支援ツールの選定では、キャンバス域の自由図形作成機能を中心に操作性、安定性、開発の負荷等に着目して机上評価、試行評価を実施した。選定は、まずツールキットより生産性の高いGUI構築ツールについて行った。その結果、全てのGUI構築ツールはパネル部分を作成するには有効であるが、キャンバス部分の自由図形をサポートする機能は無いことが判明した。このことから、自由図形については、ツールキットで開発を行うこととし、選定を行った結果、他のツールキットと比較して表示の仕方がきめ細かく、OPENLOOKのスタイルをほぼ完全に実装し、実績もあり、安定性に優れているXViewを採用することとした。また、パネル部分の開発には、GUI構築ツールとしてDevguideを採用した。

4. 4. 3 GUI 技術適用における環境整備

(1)パネル上の部品と同様なイベント処理が可能なキャンバス上の部品の提供

自由図形を描画できる汎用的な関数（以降、キャンバス部品と呼ぶ）を提供することで、開発生産性やプログラムの品質を向上させた。キャンバス部品は以下の2つの特徴を持つ。

(a) イベント処理の実現

キャンパス上のどの部分でどのようなイベント¹³⁹が発生したかは、アプリケーション・プログラムで判別する必要があるが、複雑なため実現が困難である。キャンパス部品は、パネル部品と同等の機能を提供することで、イベント処理の実現を容易にしている。

(b) 複数の線分をグループ化

上述のバースプランにおける荷役の情報は、荷役の時間帯を表す直線と入港時刻から限界出港時刻を表す直線の両端を結び表現する（図7参照）。これら複数の線分をプログラムでひとまとめにして扱え、移動させても他の線分に影響を与えることのない機能を実現した。

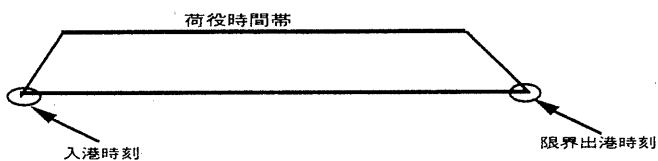


図7 荷役の表現方法

(2) プログラム仕様書の標準化

GUI プログラムは、イベントの発生待ち、イベントに対する処理の実行、ウィンドウ状態の更新、次のイベントの発生待ちという処理パターンをもつ。機能設計段階では、この処理パターンを適切な方法で表現することが重要になる。このため、プログラム仕様書の標準化（記述方法の標準化）を実施した。

(3)部品の解説書の提供

メニューやボタンなどのウィンドウ構成部品を、部品の特性によって選択し、一定の規則に基づいて使用することが、操作性の良いアプリケーションを設計する上で重要である。そのため、部品の解説書、スタイルガイドを作成し、提供した。

^注 例えは、船の図がマウスでクリックされた場合に生じるイベント等

4. 5 ホットスタンバイ機能の実現

A I 専用WSは、上述のような厳しい運用要件を満たすために、IBM社のHACMP/6000を導入することでホットスタンバイ構成^{注10}としている。

4. 5. 1 HACMP/6000による号機切り替えについて

以下に、HACMP/6000によって実現される障害発生時の号機切り替え（以下、テイクオーバーと記す）について説明する。

(1)クライアント／サーバー処理実行時の障害発生について

正常時、IBMホストおよび実行調整用WS上のAPは本番号機上のS D Lサーバー、S Q Lサーバー(SYBASE)にアクセスする（次頁の図8を参照）。障害発生時、これらのサーバー機能はバックアップ機に引き継がれる。実行調整用WSのエンドユーザーから見た場合、障害発生時には、一旦セッションが切れるが、APを再起動すると自動的にバックアップ機に接続され業務が再開できる。業務再開までの所要時間は通常5～6分程度である。障害発生時に更新中であつたデータベースは、バックアップ機側のS Q Lサーバーによってリカバリが行われる。

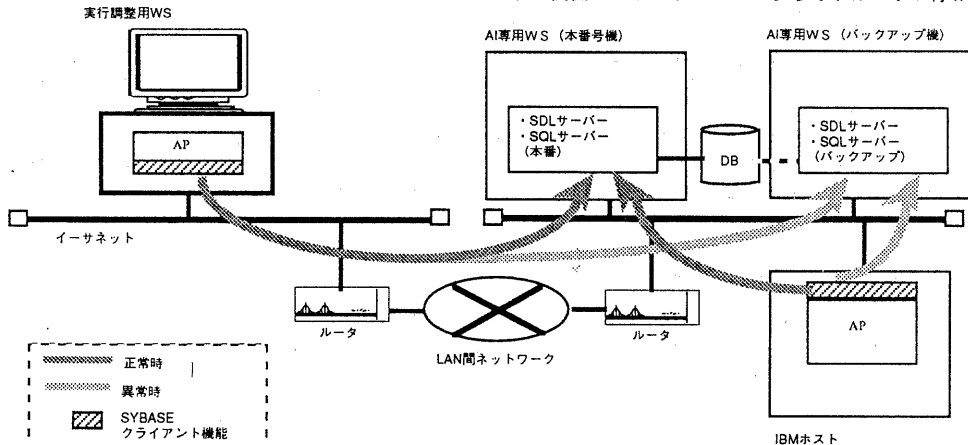


図8 クライアント／サーバー処理実行時のテイクオーバー

(2)バッチ処理の処理イメージと障害発生時の対応方法

正常時、バッチ処理（一貫計画作成処理等）は、本番号機上の運用管理システム配下^{注11}で実行される（図9を参照）。障害発生時、運用管理システムはバックアップ機に引き継がれ、障害発生時に実行中であつたバッチ処理の再起動を行う。

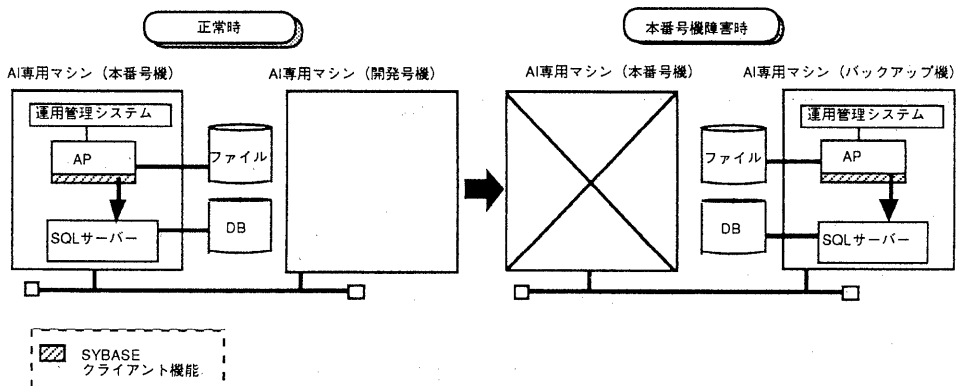


図9 バッチ処理実行時のテイクオーバー

注10 正常運転時、バックアップ機はアイドル状態で待機するのではなく開発用WSとして利用される

注11 当社で開発したシステムであり、一連のバッチジョブ（またはプロセス）の走行制御、異常監視、再起動を行う

4. 5. 2 HACMP/6000の役割

このようなテイクオーバーを実現するために、HACMP/6000は以下の機能を提供する。

(1)バックアップ機はHACMP/6000は、本番号機の障害を監視、検知し、障害発生時には以下の処理を行なう。

① 共用ディスクのテイクオーバー

両方のWSからアクセス可能な外部ディスクを共用ディスクと呼ぶ^{注12}。HACMP/6000は、障害発生時に共用ディスクをバックアップ機に引き継ぐ。

② IPアドレスのテイクオーバー

クライアントであるAPはAI専用WSにアクセスする際、AI専用WSのIPアドレスを使用する。HACMP/6000は、障害発生時にこのIPアドレスをバックアップ機へ引き継ぐ。

③ 常駐プロセスのテイクオーバー

HACMP/6000は、障害発生時にSQLサーバー、SDLサーバー、OPENWAY FT等の常駐プロセスをバックアップ機へ引き継ぐ。

(2)本番号機のHACMP/6000は、バックアップ機の障害を監視、検知し、障害発生時にはコンソールへの通知を行なう。

4. 5. 3 HACMP/6000適用にあたっての留意点

HACMP/6000にはユーザ側で考慮しておくことが多い。以下に特に重要であると思われることを記す。

(1) 2重化範囲の決定

2重化が必須である本体とLANアダプタ以外のハードウェアについては、ユーザが2重化の要否を決定する必要がある。2重化の範囲を拡大すれば可用性は高くなるが、当然、コストは上昇する。Z E U Sでは、APのニーズを踏まえて、ディスク装置や障害検知用ケーブル^{注13}について2重化を行っている。

(2) データおよびAPの配置

テイクオーバーが必要なデータおよびAPは、共用ディスク上に配置する必要がある。しかし、共用ディスクはコストが高く（通常のSCSIディスクの5倍程度）ため、全てのものを共用ディスクに置くのは経済的でない。Z E U Sでは、データベースおよびサブシステム（OPENWAY FT等）が使用する管理ファイルのみを共用ディスク上に配置し、APについては各WSの専用ディスクにそれぞれ配置することとした。

(3) APのテイクオーバー

HACMP/6000は、主にハードウェアの切り替えを行うだけで、APについては、常時実行される常駐プロセスを起動する機能しか提供していない。このため、随時実行されるAPについては、上述のバッチ処理のテイクオーバーのようにユーザが復旧方法を考慮しておく必要がある。

4. 5. 4 HACMP/6000適用にあたっての環境整備

(1) 運用解説書の作成

HACMP/6000のマニュアルは英語版しか提供されておらず、内容的に不十分であったため、テイクオーバー発生時の対応方法（本番号機の復旧方法等）を主とした運用解説書を作成し、提供した。

(2) 緊急メッセージ送信機能の開発

障害の発生は、バックアップ機のコンソールに表示されるだけでオペレータへの通知方法としては不十分である。このため、Z E U Sでは、IBMホストのコンソールへ障害発生を通知する仕組みを提供した。また、実行調整用WSに対しても、障害の発生と復旧^{注14}を通知する仕組みを提供した。

4. 6 遠隔メンテナンス環境の開発

既に述べたようにZ E U Sでは、APがIBMホスト、AI専用WS、実行調整用WSに分散している（図3参照）。当論文では、特に参考になるとと思われるGUIプログラムの遠隔メンテナンス環境について概要を説明する。

^{注12} 両方WSから同時にアクセスすることはできない

^{注13} 本番号機とバックアップ機を接続するケーブルであり、当ケーブルを使用して相手WSの生死を判定する

^{注14} バックアップ機による処理の復旧。エンドユーザから見た場合、本番号機、バックアップ機の違いは無い

4. 6. 1 メンテナンスの概要

各地区の実行調整用WS上で稼働するGUIプログラムは、日比谷の内航物流管理センターに設置された開発用WSにおいてメンテナンスされる。メンテナンスされたGUIプログラムは、各地区の実行調整用WSに配布し、本番化する。しかし、テープ配布と人手による本番移行では、時間と負荷がかかり、またミスの可能性もある。そこで、漏れの無い配布を行い、かつ、各地区の実行調整用WS管理者の手を煩わすことなく本番移行する仕組みを構築した。

4. 6. 2 機能説明

以下の図10にメンテナンス作業の流れを示し、ツールの役割を説明する。

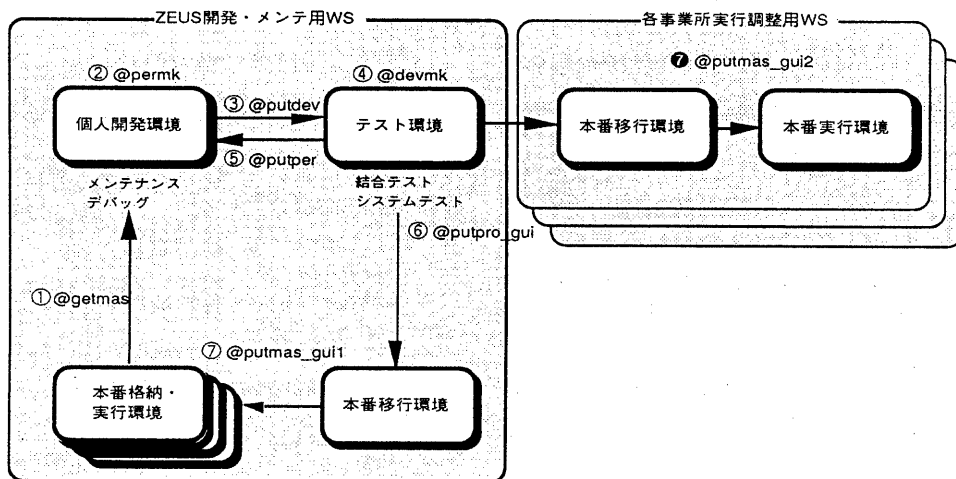


図10 遠隔メンテナンス作業の流れ

(1) プログラム修正

日比谷設置の開発用WSの本番格納・実行環境に格納されているプログラム・ソースを、個人開発環境に取り出し、メンテナンスを行った後、テスト環境に移送する。

(2) テスト

テスト環境においてテストを行い、問題が無ければ、本番移行環境にソースおよびロードモジュールを移送する。同時に、各実行調整用WSの本番移行環境にロードモジュールのみをファイル転送する。

(3) 本番移行

開発用WSの本番移行では、ソースおよびロードモジュールを本番格納・実行環境に移送し、3世代分世代管理する。

各実行調整用WSの本番移行では、時刻起動またはユーザによるコマンド実行によって、送られてきたロードモジュールを本番実行環境に移送する。

この作業の内、当ツールでは以下の機能をサポートする。なお、全ての機能はコマンドの形で提供されている。(番号は上記の図10中のもの。括弧内はコマンド名)

- ① 本番格納・実行環境から個人開発環境へのプログラムソースの移送 (@getmas)
- ② 個人開発環境でのロードモジュール、共有ライブラリの作成 (@permk)
- ③ 個人開発環境からテスト環境への移送 (@putdev)
- ④ テスト環境でのロードモジュール、共有ライブラリの作成 (@devmk)
- ⑤ テスト環境から個人開発環境への移送 (@putper)
- ⑥ テスト環境から本番移行環境(開発用WS、各実行調整用WS)への移送 (@putpro_gui)
- ⑦ 開発用WSにおける本番実行・格納環境への反映 (@putmas_gui1)
- ⑦ 各実行調整用WSにおける本番実行環境への反映 (@putmas_gui2)

4. 6. 3 当ツールのメリット

(1)複数の実行調整用WSに対する遠隔メンテナンス

1回のコマンド実行で全ての実行調整用WSに対してロードモジュールのファイル転送を行うことができる。ファイル転送が正常に終了しなかったWSについては、自動的に1回リトライを行なうが、それでも正常に終了しなかった場合には、専用のログファイルにWS名（ホスト名）とエラー内容を書き込む。

また、ファイル転送が異常終了したWSに対して再送を行う機能も提供している。この機能を利用すると、上記ログファイルに書き込まれたWSに対して開発用WSの本番格納環境にあるロードモジュールをファイル転送することができる。

(2)緊急メンテナンス

緊急メンテナンス機能（@putmas_gui2）を使用することにより、開発用WSから実行調整用WSの本番移行環境にあるロードモジュールを本番環境に反映させることができる。本番移行処理が正常に終了しなかったWSについては、自動的に1回リトライを行い、それでも正常に終了しなかった場合には専用のログファイルにホスト名とエラーメッセージを書き込む。

また、本番移行処理が異常終了したWSに対して再実行を行う機能も提供している。この機能を利用すると、上記ログファイルに書き込まれたWSに対して本番移行処理を再実行できる。

5. システムの評価

(1)異機種間でのR-DBMS適用

今回の適用をととして、マルチベンダー環境におけるR-DBMS適用のノウハウ、技術が蓄積された。特に、ベンダー間の役割分担、責任範囲の明確化については、マルチベンダー化の進展に伴い重要な作業になると思われる。また、同期型A P間リアル通信機能と共に、クライアント／サーバー処理をインターネットワーク上で実現したことは、分散処理の適用範囲を拡大したといえる。

(2)同期型A P間リアル通信機能の提供

同期型A P間リアル通信機能は、異機種間の分散コンピューティングを可能にするものであり、メインフレームによる集中処理やR-DBMSのクライアント／サーバー処理では実現できない新たな分野を切り拓いたといえる。

(3)ファイル転送支援環境(OPENWAY FT)の適用

OPENWAY FTは、TCP/IPを利用したネットワーク環境において異機種間のファイル転送を総合的に支援するパッケージ・ソフトであり、極力人間の介入を排した運用を実現する。特に、UNIX機については、無人運転に近いレベルまで運用負荷を削減できた。今後、分散システムの適用が拡大する中でOPENWAY FTが実現した機能に対するニーズは高まると考える。

(4)GUI技術の適用

GUI技術の適用により、マウスによる操作性の向上や絵（図形）による大量情報把握の容易化を実現したことで、エンドユーザの業務の効率化が達成された。また、GUIプログラムの開発では、高機能な部品やスタイルガイドを提供することで、開発負荷の軽減が実現された。

(5)ホットスタンバイ機能の実現

メインフレームに比べて信頼性に劣ると言われるUNIX機においてホットスタンバイ機能を実現することで、可用性を向上し、障害時のオペレーション負荷の軽減を実現したことは、今後、よりクリティカル・ミッションな業務へとUNIX機の適用を拡大していく道を拓いたといえる。また、緊急メッセージ送信機能を提供することで、障害発生、復旧の自動通知が可能になり、運用負荷の削減も実現された。

(6)遠隔メンテナンス環境の提供

遠隔メンテナンス環境は、A Pおよびデータのメンテナンスに関する基本的なニーズを満たすものであるが、分散システム管理を行う上では重要な技術であると考えられる。今後、このような機能を提供するツールが市場に登場してくると思われるが、その評価にあたっては役立つ技術であると考えられる。

6. 今後の展開

最後に、Z E U Sで実現した技術、ノウハウは、社内外を問わず大いに活用していきたいと考える。また、今回の適用でその重要性を認識することができた分散コンピューティング技術、分散システム管理技術については、今以上に技術動向を注視し、実適用に向けて知識、ノウハウを蓄積していきたいと考える。今後、より標準化されたオープンなツールの出現に期待したい。