

金融システムを支える高信頼化技術

Reliability Design Technology for Financial Computer Systems

滝田誠一郎* *Seiichirô Takita*大賀 健* *Ken Ôga*

金融システムは業務の拡大、利用の高度化を背景に、複雑かつ大規模化しており、コンピュータシステムのダウンが社会的な問題にまで影響を及ぼす。このため、システムの信頼性に対する要求はますます厳しくなっている。本論文では、今日の金融システムを支える信頼性技術について述べる。

システム構成上の信頼性向上対策とともに、防災対策、セキュリティ対策など安全性に対する対処も重要である。

本稿は、オンラインコントロールプログラムTMS-4Vで実現しているシステム回復技術及び2センタシステム技術、更にネットワーク信頼性技術として回線及び通信機器の二重化技術、ネットワークの障害切分けのための一元的管理方式、障害の解析、試験方式について述べる。

1 緒言

銀行、証券会社、保険会社のコンピュータシステムは、業務の拡大、利用の高度化を背景に、複雑かつ大規模化している。ネットワーク化されたコンピュータシステムの構成要素の故障が重大な障害を引き起こし、大きな影響を多方面に及ぼすことになる。このため、金融システムには高水準のシステム信頼性の確保が重要であり、種々の対策技術が導入されている。これまでの信頼性向上のための対策は、システムの構成要素となる部品の故障などをできるだけ少なくすることであった。部品の故障極少化の努力は更に継続するが、システムの全体の信頼性を高めるには限界がある。したがって、システムの高信頼化技術はシステムで発生する障害のできるだけ多くの要因に対して、システム全体への影響を最小化し、それによるシステムのサービス停止をいかに回避するかに重点が置かれている。

また、火災や地震などの災害、不正行為などによって生ずる障害やデータの漏えい、破壊、改ざんに対するシステムの安全性への対処が必要である。これらのシステムに対する障害を、未然に防止あるいは発生した場合の影響を最小限にとどめ、回復の迅速化を図るための技術について以下に述べる。

2 システム信頼性

2.1 システム構成

システムの信頼性向上のためのシステム構成上の条件を、中央システムと支店端末システムについて述べる。

(1) 中央システム

(a) 中央処理装置、通信制御装置、ファイル装置などの重要構成機器は、障害時切替え可能な予備系を置くこと。

(b) 予備系への切替えは容易で、切替時間が短いこと。

システムコンソールを使った集中制御方式、プログラムによって構成を切り替える自動切替方式を採用することもできる。

(c) 障害時ファイル破壊を起こさないように、十分なチェック機能をもつハードウェア、ソフトウェアであること。

また、インタミット障害に対する命令再実行機能、入出力動作の再実行機能をもつこと。

(2) 支店端末システム

(a) 中央システム障害に対処するため、端末システムだけで、ある程度支店業務を遂行するオフライン機能をもつこと。

(b) ネットワーク障害に対処するため、公衆回線網あるいは無線通信を用いた予備通信回線に切替えること。

(c) 端末制御装置障害に対処するため、一つの支店に端末制御装置を2台置く方法、あるいは端末装置を隣接支店の端末制御装置へ回線により接続する方法がある。

2.2 安全性

(1) 防災対策

災害に対しては、次に述べる対策を講ずることが必要であるとともに、災害発生時の避難手順、非常持出し及びシステムの回復方法、システムの代替運用方法を計画しておくことが重要である。

(a) 火災対策

建物、内装及び付属設備の不燃化を図るとともに、煙感知機を用いた自動火災警報装置、全域放射形のハロゲン化物又は二酸化炭素消火装置を設置すること。

(b) 漏水対策

水の侵入又は浸透するおそれのない措置を講ずるとともに、水を使用する設備の直下部分及び付近に機器を設置しないこと。また、空調設備など漏水の危険性のある場所に漏水検知機を設置すること。

(c) 地震対策

建物全体が十分な耐震強度をもっていることが条件であり、天井、照明など内装の落下及び破壊防止の措置を講ずること。また、コンピュータ機器の移動、転倒防止、付帯設備、記録媒体を入れたキャビネットなどの移動、転倒、落下防止対策を講ずること。

(2) セキュリティ対策

コンピュータシステムの利用拡大により、不正行為の危険性は高まってきており、金融システムでの不正防止対策は今後ますます強化する必要がある。

(a) カードのセキュリティ

自動機で使用するカードについては、不正発行の防止、

* 日立製作所神奈川工場

暗証のガードが重要であり、カードの起票者を限定し、カード発行後、関係帳票の焼却、センタから顧客へのカードの直接郵送などの対策がとられる。また、事故カード使用时警告メッセージ出力し、使用不可とする処置が必要である。

(b) 回線上の送受信データのセキュリティ

回線データ保護には回線データ保護を難読化することと、正当な通信相手であることの確認手段を設ける対策がとられる。難読化には暗号化装置を設置する方法もあるが、ソフトウェアによる単純なスクランブルをデータに施すことも実用的な方法である。

(c) ファイルのセキュリティ

ファイルの保護についても、ファイル上のデータを暗号化により難読化する対策とファイルへの不当アクセス防止のためのパスワードによるアクセス権チェック、及びアクセス者の記録が必要である。

(d) オペレーションのセキュリティ

センタ運用ではオペレーション指示書の明確化など、事務規定を定め、運用記録(コンソールシートなど)を保存する。オペレータとプログラマの職務を分離することも必要である。営業店運用では端末ごとにオペレーションの記録を取るとともに、中間の集計チェックシステムをもつこと、また定額以上の入出金処理には役席キーによる送信許可を与える方法がある。

3 システム回復技術

大規模化した現在のオンラインシステムでは、どのような障害に対しても極力システムの全面停止を回避すること、万一システム停止しても、速やかにシステムの機能を回復することによって、システムの稼働率向上を目指している。このため、オンラインコントロールプログラムTMS-4V(Transaction Management System-4V)では、次のような機能を提供している。

- (1) ハードウェア、ソフトウェア障害に対する縮退、回復機能(部分停止、部分回復)
- (2) システムの回復処理機能(部分回復、全面回復)
- (3) ユーザーファイルの媒体障害、駆動装置障害に対するファイルの回復処理機能
- (4) ホットスタンバイ再開機能

3.1 履歴情報取得機能

システム回復・ファイル回復のため、システム動作履歴情報を取得する必要がある。また、システム運用上からも取引履歴に関する各種情報が必要となる。

(1) ジャーナル情報

システム回復、ファイル回復及び業務上の必要から取得する情報であり、磁気テープに取得する。

(2) タスク履歴情報

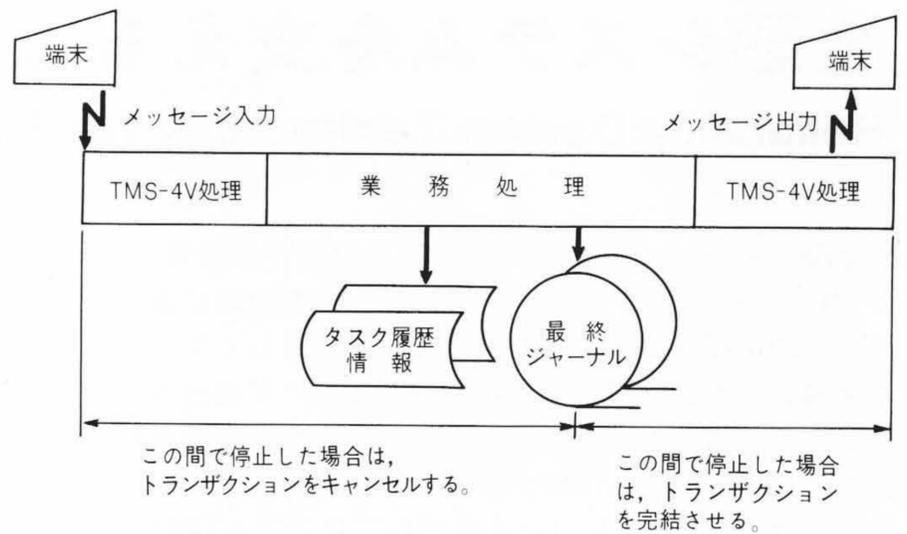
システム停止時、タスク異常終了時の各タスクの処理状態把握のために磁気ディスクに取得する情報であり、テーブルの更新前情報及びファイルの更新前情報を取得する。

(3) チェックポイントダンプ情報

システム回復時の基準となる情報であり、チェックポイント時のシステム情報、テーブル情報を磁気ディスクに取得する。

(4) システム管理情報・システム履歴情報

システム回復時の基準となる情報であり、ジャーナルスワップ情報、システム開始モード情報を磁気ディスクに取得する。



注：略語説明 TMS-4V(Transaction Management System-4V)

図1 回復処理の概念図 障害発生時のトランザクションの処理状態と、回復処理の関係を示す。

3.2 部分回復機能

トランザクション処理中に、プログラムエラーやハードウェア障害が発生したとき、そのトランザクションの処理状態をチェックし、最終ジャーナル取得前であれば、そのトランザクションをキャンセルし、取得後であれば、そのトランザクションの処理を完結させることによって、システムの全面停止を極力回避する機能である。障害発生時のトランザクションの状態と回復処理の概念図を図1に示す。

(1) トランザクションのキャンセル処理

タスク履歴情報をもとに、次の処理を行なってトランザクションがなかったことにする。

- (a) ファイルを更新前の状態に戻す。
- (b) テーブルを更新前の状態に戻す。
- (c) テーブル上の出力メッセージ情報をもとに、出力メッセージをキャンセルする。

(2) トランザクションの完結処理

トランザクションを完結するためには、タスク履歴情報をもとに次の処理を行なう。

- (a) ファイルを更新後の状態に進める。
- (b) テーブルを更新後の状態に進める。
- (c) 出力メッセージに対しては、部分回復処理では何も行なわない。

3.3 全面回復機能

システムの全面停止が発生した場合には、オンライン中に取得したジャーナル情報、タスク履歴情報をもとにシステム停止直前の正常状態に回復する。このときの回復処理は、部分回復処理と同様最終ジャーナルが取られていないトランザクションはキャンセルし、最終ジャーナルが取られているトランザクションは処理完了の状態に回復する。このシステム回復処理の時間短縮のため、QSR(Quick System Restart: クイックシステムリスタート)機能を利用することができ、システムのイニシャルプログラムロード、ジョブ開始、オンラインシステムのイニシャライズ(テーブル展開、ファイルのオープン)に必要な時間が短縮される。

3.4 ファイル回復機能

ファイルの媒体障害、駆動装置の障害によりファイルの読み出し・書き込みができない場合の回復方法は、オンライン開始時点のファイルの状態をバックアップファイルとしてコピーしておき、そのバックアップファイルの内容に当日のオンライン処理中に取得したジャーナル情報により、トランザクシ

ョンの処理をかぶせていく方法をとる。障害になったファイルが回復しないとオンライン処理続行が不可能な場合は、オンラインシステムをいったん停止させ、ファイル回復処理完了後オンラインを再開する。それ以外のファイルでは、障害になったボリュームだけをオンラインシステムからのアクセスを禁止して、オンライン処理は続行したまま、それと並行してファイル回復処理を行ない、回復したら直ちにアクセス禁止を解除する。同一のファイルを別々の二つのボリュームに置き、ファイルの更新に対しては自動的に二つのファイルを更新する二重書き機能を用いると、オンラインの停止、ボリュームのアクセス禁止状態の発生を防ぐことができる。

3.5 ホットスタンバイ再開機能

今日金融オンラインシステムでは、そのシステム停止時の影響は非常に大きく、システム全面停止時の回復時間を極力短縮する必要がある。前節で述べたQSR機能による再開よりも更に短時間でシステム再開処理を完了させたいという要求には、ホットスタンバイ再開が採用されており、障害発生からオンライン再開まで3分間以内を実現している例がある。図2にホットスタンバイシステムの構成例を示す。

ホットスタンバイ再開方式は、2台のCPU(Central Processing Unit: 中央処理装置)をシステムコンソールに接続し、TMS-4V高速システム回復プログラム(TMS-4V/HSR(High Speed Recovery))がシステムコンソールを経由して、互いに連絡し合うことにより実現する。一方のCPUにオンラインを実行するジョブ(実行オンラインジョブ)を起動し、他方のCPUにオンライン待機のジョブ(待機オンラインジョブ)を起動する。実行オンラインジョブが異常になったとき、TMS-4V/HSRが異常を検知し、待機オンラインジョブ側のCPUにオペレータの介入なしに自動的に周辺装置を切り替え、回復処理を行なって待機オンラインジョブを実行オンラインジョブにして再開する。

4 2 センタシステム技術

2 センタシステムは、一方のセンタが火災や地震などの災害で運用できなくなったとき、もう一方のセンタでバックアップして業務を継続することを目的として、最近位置付けら

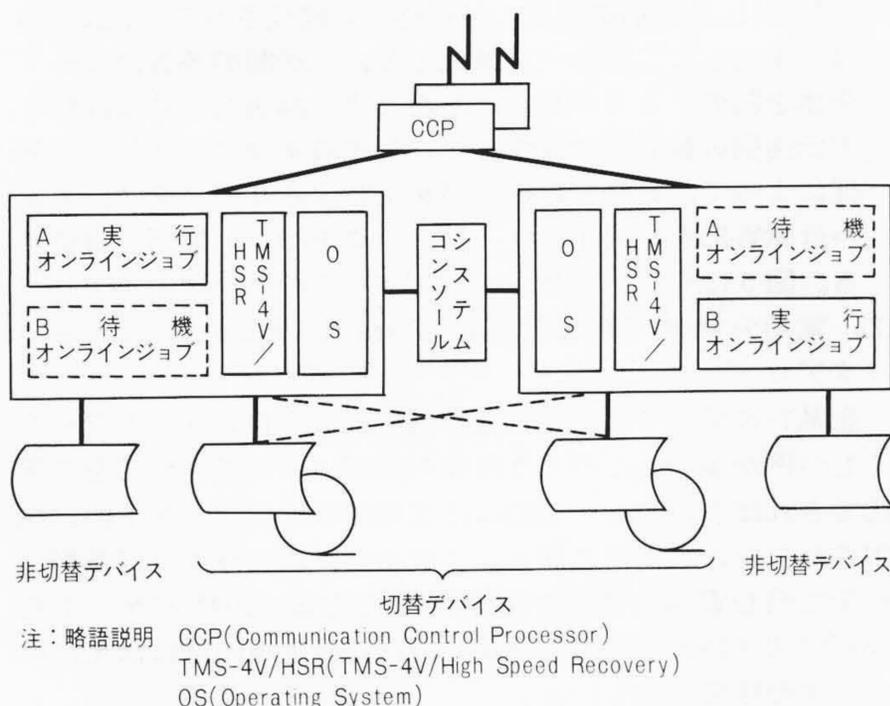


図2 ホットスタンバイシステムの構成例 二つのホストコンピュータで、それぞれA, B二つのオンラインジョブを実行し、互いに相手のホットスタンバイとしての役割ももたせている。

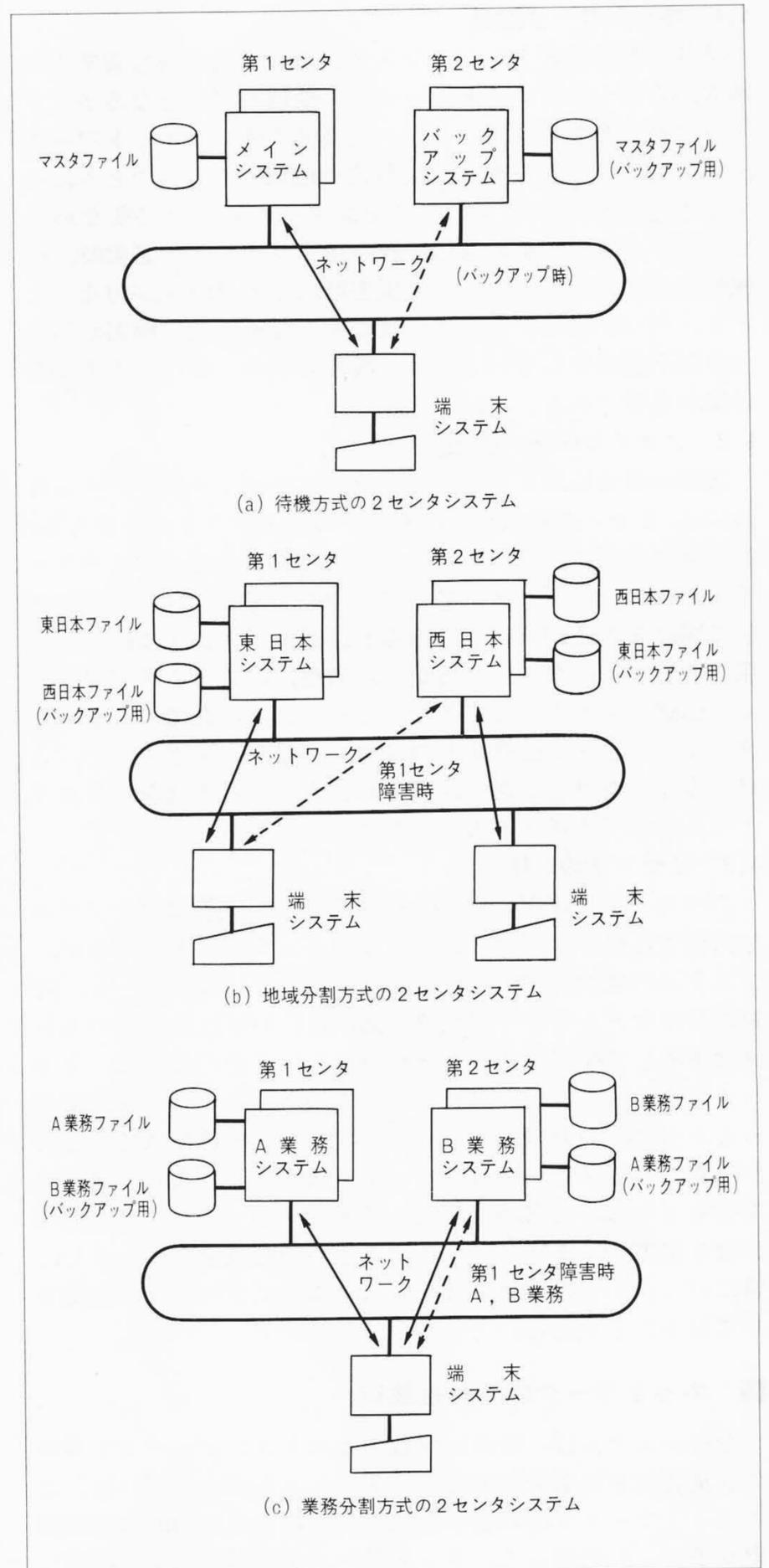


図3 2 センタシステムの構成方式 2 センタでシステムを構成するとき、通常時の運用形態から三つの方式に分類する。

れるようになってきた。通常時の運用の形態から2センタへ分離する方式には次の三つがある。

- (1) 第2センタは第1センタのバックアップを主任務とし、通常はオンラインシステムに使わず、開発業務などにだけ使用する待機方式〔図3(a)〕。
- (2) 二つのセンタが業務的には同じオンラインシステムを動かし、それぞれ東日本、西日本といった別の地域を分担する地域分割方式〔図3(b)〕。
- (3) 業務を二つのグループに分け、二つのセンタがそれぞれ別の業務を分担する業務分割方式〔図3(c)〕。

2 センタシステムを実現する上でのシステム設計上の技術について、次に述べる。

4.1 ネットワーク設計

業務分割方式の2センタシステムでは、通常時も営業店の端末から二つのセンタとデータの送受信が可能となるネットワークが必要であり、パケット交換機を使ったネットワークが効果的である。一方、待機方式や地域分割方式のときは必ずしも通常時はバックアップセンタへの通信は必要ないので、バックアップ用の通信回線を用意しておき、必要時に機械的に切り替える。いずれも災害時にセンタ機能が停止したとき、バックアップセンタへ接続するための通信機器が同時に使用不能にならないように、設置場所の二重化などの安全対策が重要である。

4.2 ファイル伝送・輸送

災害が発生したとき、一方のセンタでバックアップするためには、2センタ間で相手のセンタのマスタファイルを持ち、かつ常に最新の状態に更新しておく必要がある。マスタファイルを磁気テープにダンプしたものを、毎日互いに車で輸送して届ける方法がとられているが、高速デジタル回線が利用できるようになったことから、通信回線による大容量ファイル伝送が可能となってきた。しかしこの場合でも、全マスタファイルを毎日伝送するのはデータ量が多すぎるので、1日の変化分だけを伝送し、週1回あるいは月1回全マスタファイルを車で輸送する方式をとることになる。

4.3 2センタの運用

二つのセンタ運用の効率化を図るため、実際にコンソールを操作する最小限のオペレータは両センタに必要であるが、システムの運用計画の策定、異常時のトラブルシュート、対策の指示などを行なう運用管理部門は、いずれか一方のセンタに集中して配置できることが望ましい。そのために、2センタ間にインタホン、ファクシミリのホットラインを設置するとともに、一方のセンタで他方のセンタの運用状態の監視が可能となるリモートコンソールを設置する。また、運用上重要なことは、災害時を想定してセンタバックアップの運用訓練を定期的実施し、システム上の問題点をチェックし、常にバックアップ切替手順をシステムのエンハンスに追従させておくことである。

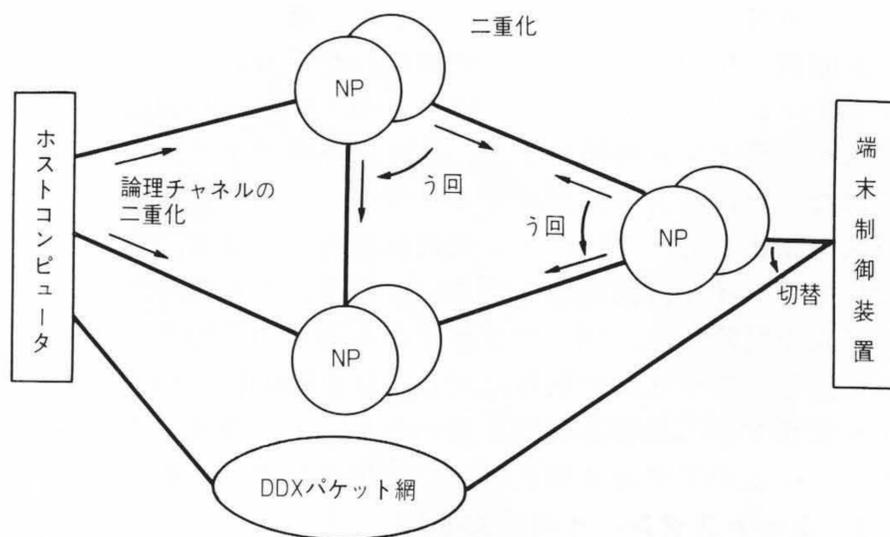
5 ネットワークの信頼性技術

金融システムは一般的に複数のホストコンピュータと多数の営業店間を結ぶ大規模なネットワークを構成している。このネットワークでの障害の発生は、件数では圧倒的に回線障害が多い。したがって、ネットワークの信頼性向上にはネットワークの幹線部分にう回経路を設けると効果的である。次に重要な点はネットワークの構成機器の信頼性が高いことはもちろんであるが、障害が発生した場合予備機又は予備モジュールに切り替わる機能が必要である。通信制御装置やノードプロセッサにはこの機能は必要であり、種々の技術が導入されている。ネットワーク全体の信頼性向上のためには、仮にネットワーク内の一部のノードに障害が発生しても故障ノードを切り離し、ネットワーク全体としては運用を継続できなければならない。また、切り離されたノードは、修復後全体の運用を停止することなくシステムへ組み込めることが必要である。

代表的な信頼性向上技術について次に述べる。

5.1 回線の二重化

ネットワークの障害は件数的には回線の障害が多い。このため、回線の障害が発生してもシステムへの影響を極力少なくすることが必要であり、回線の二重化が行なわれている。



注：略語説明 NP(Node Processor)
DDX(Digital Data Exchange)

図4 HIPA-NETの交替ルート ネットワークの障害に対し、NPの二重化、論理チャンネルの二重化、網内う回、DDXパケット網への切替機能を実現している。

(1) う回機能

(a) ITDM(Intelligent Time Division Multiplexor：インテリジェント集配信装置)

基本ルートがダウンした場合、自動的にルート変更し、データの中継を継続して端末回線の全面停止を防止することができる。

(b) HIPA-NET(Hitachi Packet Network)パケット交換装置NP(Node Processor)

ネットワーク内の中継回線、パケット交換装置障害に備えネットワーク内のデータ伝送ルートとして必ず二つ以上のルートを設け障害時は自動的に代替ルートを選択し、データの中継することができる。また、ホストコンピュータが接続されるNPの障害は影響が大きいことから、ホストコンピュータとは二つの異なるNPと接続し、端末装置との間に二つの論理チャンネルを定義して、障害時一方の論理チャンネルに切り替える交替論理チャンネル方式を採用することができる。図4にその概念図を示す。

(c) LAN(Local Area Network：ローカルエリアネットワーク)

LANは伝送制御装置と伝送路から構成されるが、伝送路は二重化した二重ループ構成とし、伝送制御装置はループ全体を制御する集中機能はもたせず、障害発生時には個々の伝送制御装置が隣接する伝送制御装置間の局所的状況把握によって、自動的に伝送路を交替するループ交替、あるいは障害部をう回するループバックを行ない通信を継続する。図5にループ交替、ループバックの概念図を示す。

(2) 電話公衆網、DDX(Digital Data Exchange)網によるバックアップ

金融システムでは、特定通信回線による自営ネットワークをもつ例が多い。このとき回線の障害に備えてすべてを二重化できればよいが、一般的には主要幹線を除きコスト的に採用されないのが実情である。このため、障害時だけ従量制の料金で済む電話公衆網やDDX回線交換網、DDXパケット交換網に切り替えて運用を継続し、回線障害復旧時には元に戻す方法が採用されている。

(3) 衛星通信

衛星通信は広域にわたる回線網を容易に構築でき、伝送帯域が広い、同報通信が容易、地上災害の影響を受けないなど

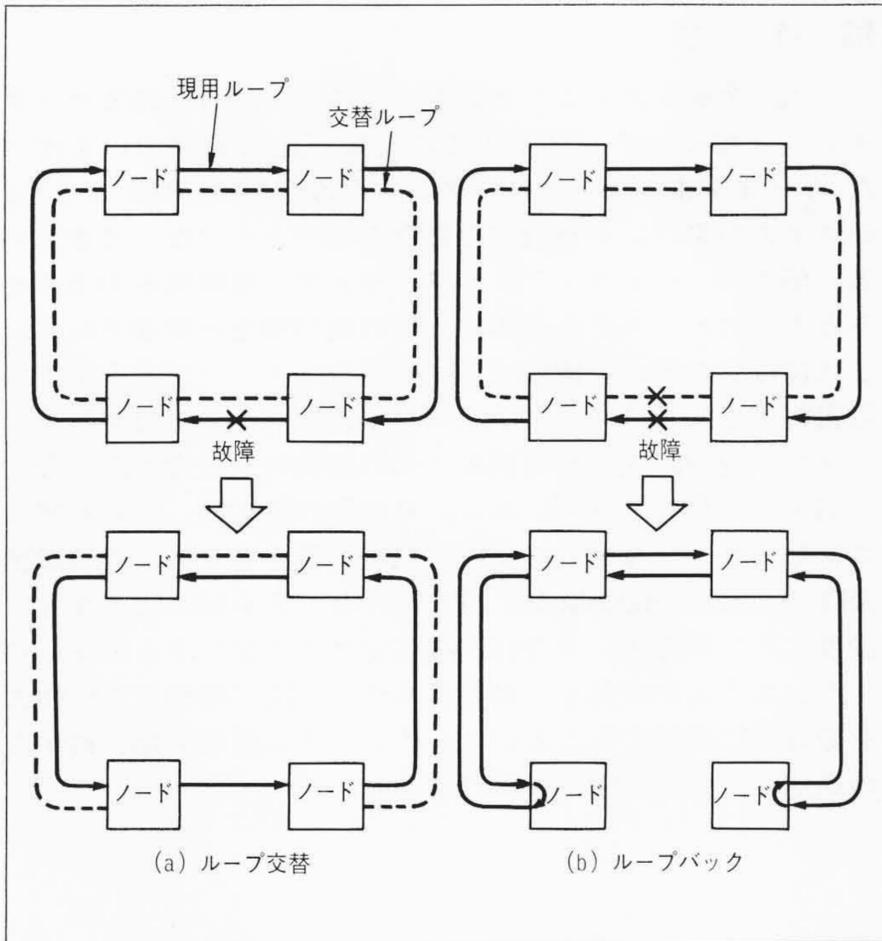


図5 ループ交替，ループバックの概念図 LAN(ローカルエリアネットワーク)の二重ループ構成でのバックアップ方式を示す。

の特長がある。これらの特長から、衛星通信をコンピュータネットワークに組み込むことによって、地上災害に対する高信頼化対策や次期金融システムでの移動店舗などの新サービスにも適用が可能である。しかし、衛星通信には伝送遅延時間が大きいこと、気象条件の影響、春分と秋分時の食による通信の中断、データの傍受などの問題があり、誤り訂正方式や暗号方式の採用とともに運用面での配慮が必要である。

5.2 通信装置の予備系切替

ネットワーク構成機器には自己診断や相互診断能力をもたせ、故障検知と自動的な波及防止措置を取らせる一方、機能が集中する重要部に対しては二重化や予備機をもたせることにより故障時の継続運用を可能とする。

(1) CCP(Communication Control Processor：通信制御処理装置)

CCPの障害はシステム全体の運用に非常に大きな影響を与える。このため、CCPには予備機をもたせ、障害時はホストコンピュータから予備のCCPへ自動的に切り替えて運用を継続する方法が採用されている。複数の現用CCPに対して1台の予備CCPでバックアップするため、現用機のCCPが各々回線構成が異なる場合でもCCPに内蔵されるサービスプロセッサによりラインセットの通信速度などの設定が自動的に行なえるようにしている。

(2) HIPA-NETパケット交換装置(NP)

NPは二重化構成をしており、予備系にもあらかじめ処理プログラムがロードされたホットスタンバイ方式を採用している。現用系で障害が検出された場合、自動的に数秒で切り替わるため、非常に高信頼性をもったネットワークを構成することができる。

5.3 ネットワークの障害切分け

ネットワークの障害発生数の増加、回復時間の長時間化の傾向があり、これはネットワークに付加価値を付けるための

構成要素の増加に伴い更に強くなる。

(a) 大規模システムでは障害切分けにソフトウェアが絡み、ネットワーク構成要素の増加もあって時間がかかっている。

(b) 関連情報が同期的、集約的に収集できないため、障害切分けに多数の人手を必要とする。

(c) 各種の製品が様々な接続方法で接続されるため、システムとして見たときの製品のテストが完全にできない。

以上のような問題を解決するため、ネットワーク内のプロトコルの標準化、保守運用機能の統一を行なっている。

5.3.1 障害の検知と情報の収集

ネットワーク内で発生する障害は、センタ管理者のいるホストに報告される必要がある。ネットワーク内の各構成要素の障害情報の収集の一元化は、発生した障害を迅速かつ人手をかけずに切り分けるために必要である。収集した障害情報をもとに、障害原因の診断も可能となる。障害切分けのために収集する情報としては次のものがある。

- (1) 重大な障害事象に関する障害情報
- (2) 障害予防保守を行なうための障害統計情報
- (3) プログラムのダンプ情報
- (4) 発生事象のトレース情報

これらの障害切分けのための情報の収集及び試験を一元化し、迅速な障害箇所を局所化のため、日立製作所では分散管理ノード統括方式と呼ぶ管理方式を採用している。この概念図を図6に示す。

この方式はネットワークの構成要素である一般ノード(モデム、ITDM、窓口装置など)に対し、まとまった単位で一般ノードを管理する機能を備えた管理ノード(分散プロセッサ、端末制御装置など)を置く。ここで管理機能とは、ネットワーク診断、障害切分けのための情報の収集、解析、報告及び試験機能を言う。更に、これらの管理機能を有効に活用するために、管理ノードに対し管理機能を起動する指令を発行・管理する統括管理ノード(ホストコンピュータ)を置いた階層構造の管理方式である。例えば、窓口装置の障害情報は端末制御装置で収集、解析される。また端末制御装置では、障害傾向を把握するための統計情報も収集蓄積している。これらの情報は、統括管理ノードであるホストコンピュータからの指示によりホストコンピュータへ転送され、障害箇所の特定や予防保守に利用される。

5.3.2 障害の解析と試験

障害発生時点で得られた情報により、障害の発生した箇所

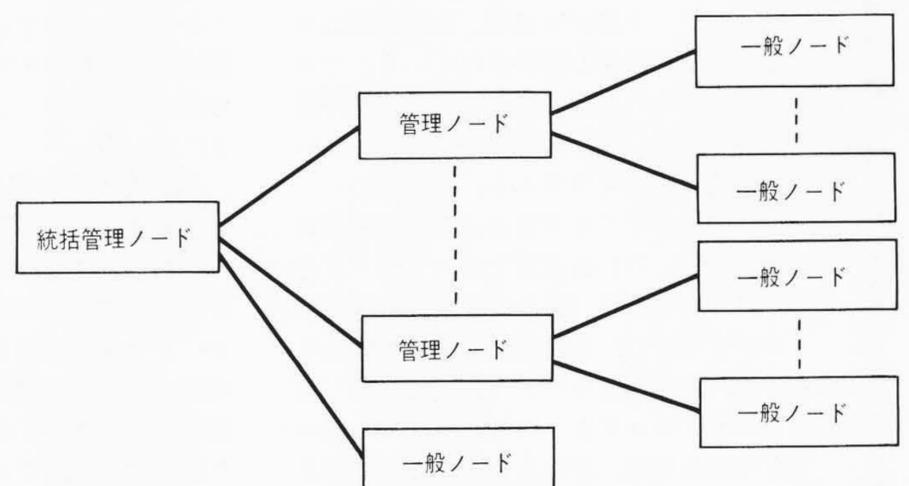


図6 分散管理ノード統括方式の概念図 管理機能を起動するための指令を発行・管理する統括管理ノードのもとに、複数の一般ノードを管理する管理ノードを設け、障害切分けを階層化している。

を指摘することができるが、それだけでは障害の原因を限定できないためのために試験機能を用意している。一元的にネットワークの障害を切り分けるためには、試験機能はネットワーク管理者が制御できることが必要である。このために、個々のネットワーク構成機器は外部から指令を受け、メッセージを折り返す機能、自己診断をする機能、その装置に接続されている機器を試験する機能、及び上位からの指令を下位へ仲介する機能を具備している必要がある。

(1) 折返し試験機能

ネットワークには日立製作所の製品だけでなく、他社製品、日本電信電話株式会社の製品が含まれ、ホストコンピュータからの指示によって各部位での折返し試験が自動的にできることが有効である。最近のモデムは試験機能の拡充によって、相手側無人でもモデム間の試験が可能となっており、障害切分けの容易化を図っている。

(2) 自己診断機能

外部からの指示又はパネル操作によって自己診断を行なう機能であり、論理規模の大きいCCP, NPなどでは診断結果として障害箇所を指摘する機能をもっている。

(3) 遠隔保守支援機能²⁾

顧客先での保守をサポートセンタから支援する機能であり、サポートセンタと遠隔地の顧客先システムとを公衆回線で結び、高度の技術をもった保守技術者が遠隔操作によって診断を行なう。遠隔保守を実施するため、主要機器にはサポートセンタと接続するための機能を内蔵しており、サポートセンタの保守技術者の診断によって、現地に保守員が到着する前に障害箇所を指摘し、ダウン時間の短縮を図ることができる。

6 結 言

以上、金融システムなど高度の信頼性を要求されるオンラインコンピュータシステムでの高信頼化技術について述べた。今日ますますコンピュータシステムへの依存度が高まり、システムのダウンが社会的な影響をもつようになってきている。個々のハードウェア、ソフトウェアの信頼度を向上させるとともに、システム全体としての高信頼化が要求される。これにはシステムを構成するハードウェア、ソフトウェアの障害対策と同時に、システムへの不正アクセスに対するセキュリティ対策、火災や地震などへの防災対策を含めた総合的な高信頼化技術が必要である。日立製作所では、複雑多様なコンピュータシステムの高信頼化を実現するための専用設備SST(System Simulation Tester)センタを昭和52年9月に設置した³⁾。SSTセンタでは、顧客システムをできる限り擬似したシステムを実現し、顧客システムと同じ環境下で信頼性を徹底的に確認することができ、システム運用開始当初からの高信頼化実現に成果を挙げている。

参考文献

- 1) 戸田, 外: 分散型総合オンライン(NOMURA-CUSTOM), 第21回情報処理学会論文集, 635~642(昭55-5)
- 2) 福岡, 外: コンピュータの遠隔保守支援技術, 日立評論, 65, 8, 589~592(昭58-8)
- 3) 保田, 外: 高信頼性システムを実現するための専用設備“SST”, 日立評論, 61, 12, 895~898(昭54-12)

論文抄録

部分画像の出現確率を用いた高速化パターンマッチング方式

日立製作所 嶋 好博・柏岡誠治・他1名

電子通信学会論文誌 J68-D, 2, 161~168 (昭60-2)

画像パターン中から特定の図形と類似した図形を抽出する方法として、テンプレートパターンマッチング法がある。この方法は画像パターンとテンプレートパターンとの画素同士の照合を行なうものであり、既に物体認識、文字認識、記号認識などで使われているが、更に工業用視覚、リモートセンシング、文書画像処理、医用画像処理などでも広い応用が期待されている。そのためには、この方法の欠点である処理時間の問題を解決して、高速化のための新しい方式の開発が不可欠である。

このマッチング法を高速に実行する方式には、大別して(1)画素同士のマッチングを並列に行なう方法、(2)マッチング処理をパイプライン化し、その段数、速度を増加する方法、(3)部分的なパターンの切り出し位置でのマッチングを、ある評価に従い途中で打ち切る方法、がある。特にこの(3)の方式は、その切り出し位置で各画素の濃度とテンプレートパターンの濃度との差の絶対

値の和、すなわち照合誤差をとり、この照合誤差があるしきい値を超えれば一致の程度が良くないと判断し、そこで照合を打ち切り、次の切り出し位置に移動するという方法である。この方法は、Barneaらが考案したSSDA法(Sequential Similarity Detection Algorithm)と名づけられ、高速化の有力な手段となっている。ここでは、画素の濃度差の絶対値を加算する順序(以下、画素の照合順序と呼ぶ)は、乱数を用いて設定されている。

本論文はこのSSDA法の照合順序の決定方法を改良して、更に高速化を実現したものである。これはテンプレートパターンに含まれる部分的なパターン(これを途中パターンと呼ぶ)の原画像パターンでの出現確率に基づいて照合順序を決定し、その後SSDA法を適用することによって処理時間を短縮する方法である。この方法は、あらかじめ部分的なパターンの出現確率が分かっている場合に有効である。

ここで考案した新しい高速化方式の理論的及び実験的考察に基づき、次の結果を得ている。すなわち、(1)原画像パターンでの途中パターンの出現確率を基に、照合回数すなわち処理時間の期待値が計算できることを示した。(2)あらかじめ原画像パターンでの途中パターンの出現確率が分かっている場合、照合回数が最小となるような画素の照合順序を導出する方法を考案した。(3)これらを基にして新たにブロック化照合順序法を考案し、(a)照合を打ち切らないマッチング方法と比べて、35倍から55倍の高速化が図れること、(b)乱数によって画素の照合順序を決定する方法と比べても、1.4倍から2.2倍の高速化を実現できること、が分かった。

本論文では、2値画像を対象とし、照合誤差のない場合に対するテンプレートパターンマッチング手法について考察した。今後は多値画像を対象に、より高速な処理を実現することが課題となる。