

広域分散した動的な情報の共有システム WISE のデータベース

八木 哲[†] 高橋直久^{††}

NTT 未来ねっと研究所[†]

名古屋工業大学^{††}

本稿では、広域分散した地点で観測される頻繁に変化する情報を、リアルタイムに広域で共有するためのシステムである WISE(Wide-area Information Sharing Engine) について述べる。例えば、道路交通情報、地域情報、気象環境情報、ネットワーク情報、計算機リソース情報が対象となる。これらの情報を、端末の種別や場所を問わずにシームレスに利用可能にすることで、計画からドア to ドアまでのナビゲーションサービス、ネットワークの可用性情報サービス、グローバルコンピューティング向けの計算機リソース情報サービスなど、多様な情報ナビゲーションのための基盤を実現する。WISE は RM(Resource Manager) と呼ぶ自律型モジュールの集合体であり、'抽象化した情報'を利用して、情報に対する参照と更新の負荷を共に各 RM に分散、局所化、あるいは抑制する。本稿では WISE の構成を示し、WISE を構成するデータベース系と情報交換系のうち、データベース系の設計を示すとともに、例題にてらして有効性を考察する。

The Database system of WISE which is the real-time sharing system for dynamic and globally distributed information

Satoru Yagi[†] and Naohisa Takahashi^{††}

NTT Network Innovation Laboratories[†]

Nagoya Institute of Technology^{††}

This paper presents the WISE (Wide-area Information Sharing Engine) which is the real-time sharing system for dynamic and globally distributed information. For instance, dynamic and globally distributed information is road traffic information, network traffic information, meteorology information, environmental information or load information of distributed computing resources. WISE supplies these information to any device at everywhere seamlessly for any navigation service. For the purpose, WISE is constructed with a group of autonomous elements named the RM (Resource Manager) and uses the *abstracted information* to distribute and localize the load of reference and update to each RM. This paper describes a design and a case study.

1 はじめに

本稿では、広域分散した地点で観測される頻繁に変化する情報を、リアルタイムに広域で共有するためのシステムについて述べる。例えば、道路交通情報¹⁾²⁾、地域情報³⁾⁴⁾、気象環境情報⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾、ネットワーク情報⁹⁾、計算機リソース情報¹⁰⁾¹¹⁾が対象となる。道路交通、地域、気象環境情報を端末の種別を問わずにシームレスに提供すれば、計画からドア to ドアまでの、より利便性の高いナ

ビゲーションサービスを提供するアプリケーションの構築に利用できる。また、ネットワーク情報、計算機リソース情報を端末の場所を問わずにシームレスに提供すれば、ネットワークの可用性情報サービスや、グローバルコンピューティング向けの計算機リソース情報サービスを提供するアプリケーションの構築に利用できる。このためには、a) 広域分散した多数の情報源、b) 広域分散した多数の利用者、c) 頻繁な情報の更新という特徴に対応した、情報共有システムが求められる。

従来から、情報共有システムとしてディレクトリ¹²⁾¹³⁾、ディレクトリを索引とするシステム¹⁴⁾、DNS¹⁵⁾、DNSのラウンドロビン機能により束ねられたサーバ群¹⁶⁾、ポータルサイトにより束ねられたWebサイト群などがある。これらのシステムでは、前記の特徴a)に起因する更新の量的問題に対応するために、情報を地理的に分割管理することで、更新負荷を分散、局所化する。また特徴b)に起因する参照の量的問題に対応するために、情報の複製やキャッシュを地理的に分散配置することで、参照負荷を分散、局所化する。本稿では負荷として、計算機の負荷と比較的増強が困難なWANの負荷を考える。比較的増強が容易なLANの負荷は考慮しない。しかし、特徴a)b)に加えて特徴c)を考慮すると、特徴a)に起因する更新の量的問題に対応するために情報を地理的に分割管理し、加えて特徴b)に起因する参照の量的問題に対応するために情報の複製を地理的に分散配置すると、特徴c)に起因する更新の頻度的問題のために、複製の更新負荷が問題となる。この問題に対して、グローバルコンピューティング向けの計算機リソース管理用ディレクトリ¹⁰⁾では、分割管理と適応的にキャッシュを併用するが、キャッシュの有効期限と相反する情報の信頼性の問題が残る。即ち、頻繁に更新される情報に対する参照と更新の負荷を共に分散、局所化、あるいは抑制できる情報の管理、提供手法が課題となる。

これに対して我々は、広域マルチデータベースシステムMRC¹⁷⁾の一環として、WISE (Wide-area Information Sharing Engine)¹¹⁾¹⁸⁾の研究を進めている。WISEでは、次の自然な段階的詳細化に従った参照パターンを前提条件とする。参照パターンの各段階の特徴に応じて、特性の異なる情報と、情報の特性に応じた管理、提供手法を用いることで、頻繁に更新される情報に対する参照と更新の負荷を共に分散、局所化、あるいは抑制する。

- 利用者は、全情報を概観(第1段階)した後、必要に応じて特定の情報の詳細に焦点を絞り参照する(第2段階)。

- 個々の情報に対して、第1段階では全利用者が参照し、第2段階では特定の利用者が参照する。

本稿では、まず、WISEの設計方針を示す(2章)。次に、データベース系と情報交換系に大別されるWISEの構成要素のうち、データベース系の設計を行う(3章)。また、例題にてらして有効性を考察する(4章)。最後に、本稿の内容をまとめ、今後の課題を示す(5章)。

2 方針

WISEでは、前節で示した自然な段階的詳細化に従った参照パターンを前提条件として、頻繁に更新される情報に対する参照と更新の負荷を共に分散、局所化、あるいは抑制する。参照パターンの第1段階では、各情報の概略が参照の対象であり、参照頻度は比較的高い。そこで、情報源において観測した情報の概観のみを反映する代わりに、値が変化する頻度が抑制される‘抽象化した情報’を用いる。この‘抽象化した情報’の複製を地理的に分散配置することで参照負荷を分散、局所化し、値が変化する頻度が抑制されるという‘抽象化した情報’の性質により複製の更新負荷を抑制する。参照パターンの第2段階では、各情報の詳細が参照の対象であり、参照頻度は比較的低い。そこで、情報源において観測した情報をそのままの反映する代わりに、値が変化する頻度が高い‘素な情報’を用いる。‘素な情報’への参照は、‘抽象化した情報’が概説付き索引として機能し、利用者が参照の焦点を絞ることで分散される。この‘素な情報’を情報源のある地域ごとに分割管理することで更新負荷を分散、局所化し、参照が分散するという‘素な情報’の性質により参照負荷を抑制する。このよ

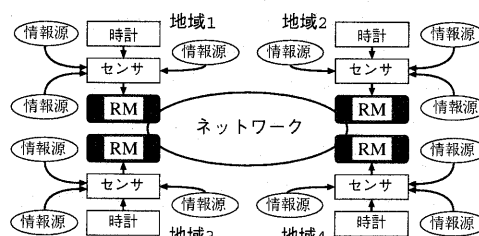


図 1: WISE の構成

うな方針に基づいた WISE の構成を、図 1 に示す。地域ごとに配置された ResourceManager(RM) は、担当する地域の情報源において観測した情報を収集し、GPS、標準電波などに基づいた広域で同期のとれた時計¹⁹⁾を利用してタイムスタンプを押す。これを‘素な情報’として管理、提供する。更に、‘素な情報’から‘抽象化した情報’を生成する。これを RM の間で複製し、各 RM において管理、提供する。利用者は、WISE の上に作られた各種のアプリケーションを介して、RM が管理、提供する‘素な情報’と‘抽象化した情報’を利用する。

3 設計

3.1 構成概要

RM の機能構成を図 2 に示す。まず、‘素な情報’と‘抽象化した情報’を格納するデータベースがある。‘抽象化した情報’を生成し、更新する抽象化機能がある。生成した‘抽象化した情報’を RM の間で複製する、情報交換機能がある。このとき、複製される情報量が参照パターンの第 1 段階の参照に必要な量より少ないと、利用者は複数の RM が管理する‘素な情報’を参照するために、第 1 段階の参照負荷が各 RM へ分散、局所化されない。逆に複製される情報が多いと、利用されない複製を更新するために、第 1 段階の更新負荷が抑制されない。この問題に対して、参照頻度に応じて複製する情報量を調整する、学習機構がある。情報の参照頻度は、情報交換機能により交換する。最後に、‘素な情報’と‘抽象化した情報’を利用者のクライアントに提供する、参照機能がある。次節以降では、各機能要素について示す。

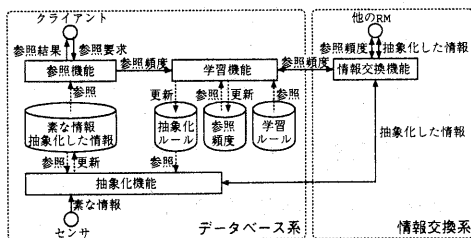


図 2: RM の構成

3.2 素な情報と抽象化した情報

WISE では、‘素な情報’と‘抽象化した情報’を、次の単位データ d の集合として表す。

- $d = (gid, aid, sid, oid, v)$
 - gid : 地域。 d の生成地域を示す識別名¹²⁾。
 - aid : 抽象化度。値が大きいほど d の抽象化度が高く、情報のより概観のみを d が反映していることを示す。‘素な情報’は 0、‘抽象化した情報’は 1 以上の整数。
 - sid : 時刻。 d の生成時刻を示す、単位時間ごとに単調増加するシーケンス番号。
 - oid : 種別。 d の種別を示す gid に対する相対識別名¹²⁾。
 - v : 値。

更に、単位データに基づいた WISE 情報モデル (WIM : WISE Information Model) を利用して、‘素な情報’と‘抽象化した情報’を管理、提供する。WIM のイメージを図 3 に示す。WIM では、単位データの集合に対して地域 (gid) と抽象化度 (aid) が同じである部分集合を作る。この部分集合をノードとし、a) 地域の隣接関係と b) 抽象化度の高低関係を示すアークを与え、グラフを作る。抽象化度の低いノードほど、より詳細で縮尺の小さい地域情報がある。前提とする参照パターンを対応づけると、利用者は任意の抽象化度のノードから任意のより抽象化度の低いノードへ、段階的に焦点を絞りながら単位データを参照する。全ての RM は同じトポロジの WIM を持つ。同時に各 RM は、担当地域に属するノードを構成する単位データを原本として保有し、担当地域外に属するノードを構成する単位データの複製、あるいは原本を保有する RM への参照リンクを保有する。

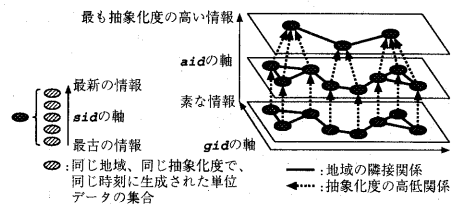


図 3: WIM のイメージ

WIM を格納するデータベースのスキーマ s を、次の 3 つ組で表す。例えばデータ型を拡張した関係データベースのリレーションに、 D, N, A を対応付けることで実現できる。

- $s = (D, N, A)$
 - D : 単位データ $d = (gid, aid, sid, oid, v)$ の集合。
 - N : ノード $n = (gid, aid, link)$ の集合。 $link$ は、単位データの原本を管理する RM への参照リンク (RM のアドレス)。
 - A : アーク $a = (n_s, n_d)$ の集合。 $n_s, n_d \in N$ 。

3.3 抽象化機能と抽象化ルール

WIM のうえで抽象化機能の動作を考える。抽象化機能は、ある抽象化度のノード $n_1 = (g_1, a_1)$ を構成する単位データの集合から、ある抽象化度のノード $n_2 = (g_2, a_2)$ 、 $a_2 > a_1$ を構成する単位データの集合を生成する。この時、 n_1 の単位データが表す情報の概観のみを n_2 の単位データが表す情報に反映させる代わりに、 n_1 の単位データの値の変化が n_2 の単位データの値の変化として現れにくく、結果として n_2 の更新頻度が抑制されるように行う。各単位データの値の変化を抑制する方法 (精度削減型) と、単位データ数を削減する方法がある。単位データ数を削減する方法には、特徴的な単位データを選択する方法 (要素選択型) と、複数の単位データから 1 つの単位データを導出する方法がある (要素集約型)。

- 精度削減型: 単位データの値に対して、1) 有効桁数を削減する、2) クラスに分類するなどの操作を行い、単位データを生成する。
- 要素選択型: 特徴的な単位データのみを選択することで、単位データを生成する。
- 要素集約型: 単位データの値の集合に対する統計値、あるいは恣意的な関数の適用結果を値として、単位データを生成する。

以上の操作を抽象化操作と呼ぶ。抽象化機構は、‘素な情報’の更新を契機として抽象化度の高低関係を示すアーク (図 3 参照) に従って抽象化操作を行い、低い抽象化度のノードの単位データの

表 1: 抽象化ルール

抽象化ルール	=	* (識別子 学習 イベント 条件 動作 1 動作 2 動作 3)
イベント	=	$gid\ aid\ oid$
条件	=	閾値
動作 1	=	$gid\ aid\ oid\ sid$ クエリ文
動作 2	=	識別子
動作 3	=	“TRUE” / “FALSE”

集合から高い抽象化度のノードの単位データの集合を連鎖的に生成し、更新する。このような WIM を格納するデータベースの更新を契機に更に WIM を格納するデータベースを更新する抽象化操作は、ECA ルールを用いたアクティブデータベース²⁰⁾の動作として自然に表現できる。ECA 型のルールとして抽象化操作を行うための抽象化ルールを BNF²¹⁾を用いて表 1 に示し、各項目を説明する。

- 識別子: 抽象化ルールの識別子。
- 学習: 本ルールに適用される学習ルールの識別子。後述する。
- イベント: gid, aid, oid を持つ単位データが新に追加されたときに、カウンタをインクリメントする。
- 条件: カウンタが閾値を越えた時に動作 1, 2, 3 を実行し、カウンタをリセットする。
- 動作 1: gid, aid, oid, sid と、クエリ文の実行結果を v として、単位データを生成する。
- 動作 2: 識別子が示す抽象化ルールのカウンタをインクリメントする。
- 動作 3: TRUE かつ動作 1 で生成した単位データの値が前回生成した値と異なる場合のみ、単位データを情報交換機能に引き渡し、他の RM の複製を更新する。また各 RM では、単位データが時系列データかつ、指定の時間間隔で複製が更新されなかった場合は、直前の単位データと同じであると判断して、自律的に更新する。

3.4 学習機能と学習ルール

WIM のうえで学習機能の動作を考える。前提とする参照パターンを対応づけると、利用者は任意の抽象化度のノードから任意のより抽象化度の

低いノードへ、段階的に焦点を絞りながら単位データを参照する。このような参照過程においては、単位データに対する参照の段階が第1段階か第2段階かを判定できないために、単位データをRMの間で複製するか分割管理するかを確定できない。そこで、課題である情報に対する参照負荷と更新負荷の分散、局所化、あるいは抑制の度合を、ネットワークのWAN部分における参照と更新のための情報転送頻度を評価尺度として捉える。RM_oが原本を保有する単位データについて、更新頻度を u 、RM_rの近傍からの参照頻度を r とすると、以下の制御を行うことで、RM_oとRM_rの間の情報転送頻度を抑制する。この制御は、抽象化ルールの動作3を切り替えることで行う。

- $r > u$: 単位データをRM_rに複製する。
- $r < u$: 単位データをRM_rに複製しない。

一方、頻繁に切り替えを行うと、参照すべきRMが振動し、参照に支障をきたす。そこで、 r が u を連続して上回るか下回ったときに、切り替えることにする。以上の操作を学習操作と呼ぶ。学習機構は、単位時間ごとに各ノードを構成する単位データについて、更新頻度と各RMからの参照頻度を比較し、RMごとに学習操作を行う。このような周期タイマの発火を契機として抽象化ルールを保持するデータベースを変更するという学習操作は、ECAルールを用いたアクティブデータベースの動作として自然に表現できる。ECA型のルールとして学習操作を行うための学習ルールをBNFを用いて表2に示し、各項目を説明する。RMごとに学習操作を行うために、学習ルールの実行に用いるカウンタは、RMごとに用意する。

表 2: 学習ルール

抽象化ルール	=	* (識別子 イベント 条件1 動作1 条件2 動作2)
イベント	=	周期タイマの発火周期
条件1	=	閾値
動作1	=	“複製”
条件2	=	閾値
動作2	=	“分割管理”

- 識別子：学習ルールの識別子
- イベント：周期タイマが発火したときに、参照回数カウンタの値が更新回数カウンタの値を上回っている場合は、‘オーバ・カウンタ’をインクリメントし、‘アンダ・カウンタ’をリセットする。下回っている場合は、‘アンダ・カウンタ’をインクリメントし、‘オーバ・カウンタ’をリセットする。また、参照回数カウンタと更新回数カウンタをリセットする。
- 条件1：‘オーバ・カウンタ’が閾値を越えたときに動作1を実行する。
- 動作1：この学習ルールの識別子を持つ抽象化ルールの動作3をTRUEにする。同時に、その抽象化ルールにより生成された単位データを複製する。
- 条件2：‘アンダ・カウンタ’が閾値を越えたときに動作2を実行する。
- 動作2：この学習ルールの識別子を持つ抽象化ルールの動作3をFALSEにする。同時に、その抽象化ルールにより生成された単位データの複製を削除する。

3.5 参照機能

参照機能は、参照操作としてWIMの要素である単位データ、ノード、アークの集合に対するクエリを実行し、その結果を参照結果として利用者のクライアントに返す。単位データの集合に対する参照操作は、RMが原本あるいは複製を保有する場合と、参照リンクを保有する場合とで異なる。前者の場合、そのままクエリを実行して結果を返す。後者の場合、a) 参照リンク先のRMを代理参照して結果を返す方法と、b) 参照リンク先のRMのアドレスを返す方法が考えられる。a)の場合、クライアントが近傍のRMを特定し参照操作を要求する。b)の場合、次の3種類の参照結果を用いて、クライアントを適切なRMに誘導する。

- 参照リンク先のRMのアドレス：クライアントはリンク先のRMを参照する。
- クエリ実行結果(単位データの複製あり)：次回以降、クライアントは近傍のRMを参照する。
- クエリ実行結果(単位データの複製なし)：次回以降も、クライアントは同じRMを参照する。

4 考察

4.1 概要

例題として広域ネットワーク管理システムを取り上げ、1)WIMと抽象化ルールの記事性、2)情報に対する参照と更新の負荷を共に分散、局所化、あるいは抑制する効果について考察する。管理対象となるシステムを図4に示す。図4のシステムでは、2つのグループがWANを介してServer1,2が提供するサービスを互いに利用する。管理システムは、図4のシステムの負荷情報を、ユーザに対してはサービスのユーザビリティを示す情報として提供し、システム管理者に対しては性能、障害管理のための情報として提供することにする。

4.2 記述性

WISEを利用した管理システムでは、主に‘抽象化した情報’をサービスのユーザビリティを表す情報として、ユーザに提供する。‘抽象化した情報’と‘素な情報’を性能、障害管理のための情報として、システム管理者に提供する。‘素な情報’として、次の負荷情報をMIB⁹⁾やカーネル情報から観測することにする。

● ‘素な情報’

1. Port1(bps),Port2(bps),Port3(bps)：ネットワークの負荷情報として、Router1,2のPort1,2,3のトラフィック。単位はbit/sec.
2. Port1(pps),Port2(pps),Port3(pps)：ルータの負荷情報として、Router1,2のPort1,2,3のトラフィック。単位はpacket/sec.
3. CPU(%)：サーバの負荷情報として、Server1,2のCPU使用率。単位は%.

‘抽象化した情報’として、次の負荷情報を‘素な情報’から生成することにする。

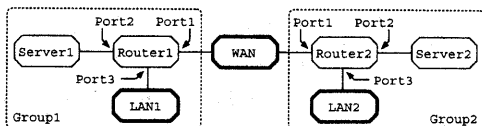


図4: 管理対象となるシステム

● ‘抽象化した情報’

1. UpLink(kbps)：ネットワークの負荷を示す指針として、WANに接続するRouter1,2のPort1のトラフィック。単位はkbit/sec.
2. Router(100pps)：ルータの負荷を示す指針として、Router1,2のスイッチング負荷。単位は100packet/sec.
3. Server(4段階)：サーバの負荷を示す指針として、Server1,2のCPU使用率。4段階表示。

また‘素な情報’の観測間隔と‘抽象化した情報’の生成間隔について、広く使用されているネットワーク監視ツールMRTG²²⁾のデフォルトの設定では、5分間隔で指定のMIBをポーリングし、複数の単位時間で平均を求めて複数のスケールのグラフを作成する。そこで、‘抽象化した情報’の生成間隔を5分とする。また、性能、障害管理に用いる‘素な情報’の分解能は高ければ高いほどよいため、ここでは観測間隔を1分とする。

‘素な情報’1,2,3と‘抽象化した情報’1,2,3は、WIMを用いると図5のグラフとして表現できる。RM1とRM2が、それぞれGroup1とGroup2の情報を担当する。‘素な情報’1,2,3から、それぞれ‘抽象化した情報’1,2,3を生成する抽象化ルール1,2,3は、次のような内容になる。

- 抽象化ルール1：‘素な情報’1が5回更新されるごとに、Port1のトラフィックの値を選択して平均を求め、単位をkbit/secにする。
- 抽象化ルール2：‘素な情報’2が5回更新されるごとに、Routerのスイッチング負荷(Port1,2,3のトラフィックの合計)の平均を求め、単位を100packet/secにする。
- 抽象化ルール3：‘素な情報’3が5回更新されるごとに、CPU使用率の平均を求め、結果を4つのクラスに分類する。

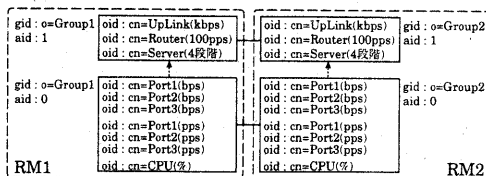


図5: ‘素な情報’と‘抽象化した情報’

抽象化ルール 1,2,3 は、それぞれ 1. 精度削減, 要素選択, 要素集約型, 2. 精度削減, 要素集約型, 3. 精度削減, 要素集約型になる. RM1 における抽象化ルール 1 は、例えば次のように記述できる.

● 抽象化ルール 1:

- 識別子: 1
- イベント: o=Group1, 0, cn=Port1(bps)
- 条件: 5
- 動作 1: o=Group1, 1, cn=UpLink(kbps), %SID%, select AVG(v)/1000 from info where gid='o=Group1' and aid=0 and oid='cn=Port1(bps)' and sid ≥ %SID% - 4;
- 動作 2: NULL
- 動作 3: TRUE

記述例では、動作 1 の記述に SQL を用いた. これは抽象化操作が集合に対する操作であり、関係演算による記述が容易なためである. 精度削減型の操作は算術演算子、要素選択型の操作は SELECT 句、要素集約型の操作は統計関数などにより行える. なお、%SID% は実行時に展開される、最新のシーケンス番号を示す予約語である.

4.3 分散, 局所化, あるいは抑制の効果

例題において、情報に対する参照と更新の負荷を共に分散, 局所化, あるいは抑制する効果を、図 4 の WAN 部分における参照と更新のための情報転送頻度を評価尺度として考察する. 基準として、一般的な MRTG などの MIB をポーリングする形式の管理システムを用いた場合の情報転送頻度を、基準値 (=1) とする. WISE を利用したシステムに当てはめると、全ての‘素な情報’を複製するときの情報転送頻度が、基準値に等しい. WISE を利用したシステムでは、前提条件とする参照パターンの第 1 段階では‘抽象化した情報’を参照して全体を概観し、第 2 段階では第 1 段階での概観により絞り込んだ‘素な情報’を参照するために、情報転送頻度 T は次のようになる.

● $T = T_1 + T_2$

- T_1 : 第 1 段階のための情報転送頻度.
- T_2 : 第 2 段階のための情報転送頻度.

更に、 T_1, T_2 の変域を考察する. 学習機構は、単位データに対する更新頻度と参照頻度が等しい時を閾値として、単位データを RM の間で複製するかどうかを切り替える. 参照頻度の方が小さい時は複製しないために、情報転送頻度は参照頻度に等しくなる. 更新頻度の方が小さい時は複製するために、情報転送頻度は更新頻度に等しくなる. 従って、 T_1, T_2 は次のようになる.

- $0 \leq T_1 = \min(r_1, u_1) \leq a \cdot u_2 = a$
 $r_1 \geq 0, 0 \leq u_1 \leq a \cdot u_2, 0 \leq a \leq 1$
- $0 \leq T_2 = \min(r_2, f \cdot u_2) \leq f$
 $r_2 \geq 0, u_2 = 1, 0 \leq f \leq 1$
- r_1 : ‘抽象化した情報’の参照頻度.
- u_1 : ‘抽象化した情報’の更新頻度.
- a : 抽象化度. ‘素な情報’の更新頻度に対する‘抽象化した情報’の更新頻度の割合.
- r_2 : ‘素な情報’の参照頻度.
- u_2 : ‘素な情報’の更新頻度. 基準値 (=1).
- f : 絞り込み度. 概観により決められた、実際に参照される‘素な情報’の割合.

T と T_1, T_2 の関係を図 6 に示す. 実線は $T = 1 = T_1 + T_2$ のグラフであり、斜線の矩形領域は T_1, T_2 の変域である. T_1, T_2 が実線のグラフの下にある場合に T は基準値 1 を下回り、参照と更新の負荷を共に分散, 局所化, あるいは抑制する効果がある. 一般的にいうと、第 1 段階で参照される情報が少ない、即ち、抽象化操作による情報の要約がよく行われているほど効果がある (a が小さい). また、その結果として、第 2 段階で参照される情報が絞り込まれるほど効果がある (f が小さい).

例題において T の値を考察する. 利用状況として、‘抽象化した情報’をデスクトップに常時表

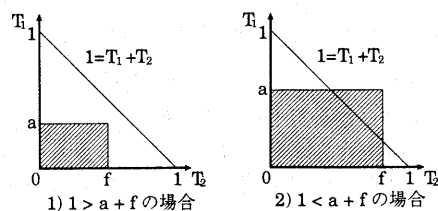


図 6: 情報転送頻度

示し、システムの構成要素であるネットワーク、ルータ、サーバが高負荷になった時に、高負荷になった構成要素の‘素な情報’を参照することを想定する。各構成要素の運用時間に対する高負荷時間の割合は10%とする。αについて、‘抽象化した情報’の更新頻度を‘素な情報’の更新頻度と比較すると、単位データの数 $\frac{3}{7}$ 、更新周期は $\frac{1}{5}$ 、更に値が変化したときのみ更新が行われるために、αは0～0.09になる。特に精度削減型の抽象化を行う場合は、値の変化が抑制され易い。T₁は、‘抽象化した情報’の値の変化が大きく、かつ常時参照されるために常に複製されるとして、0.09とする。fについて、各構成要素の‘素な情報’の参照は $\frac{1}{10}$ の確率で行われるため、fの期待値は0.1になる。T₂は、‘素な情報’が参照されるときは常に参照頻度が更新頻度を上回り複製が行われるとして、0.1とする。このとき、Tは次のようになる。MRTGなどのMIBをポーリングする形式の管理システムと比較して、19%程度に抑制される。

$$\bullet T = T_1 + T_2 = 0.09 + 0.1 = 0.19$$

5 おわりに

本稿では、地理分散した地点で観測される頻繁に変化する情報を、リアルタイムに広域で共有するためのシステムであるWISEのデータベースについて示した。WISEでは、リアルタイムに情報の概観を反映する‘抽象化した情報’を導入する。‘抽象化した情報’をコンパクトな概説付き索引として利用し、利用者が実際に参照する情報を絞り込ませることで、情報に対する参照と更新の負荷を共に分散、局所化、あるいは抑制する。またWISEの有効性を、広域ネットワークの管理という例題にてらして考察した。今後の課題として、情報交換機能で用いるプロトコル¹⁸⁾の検討がある。即時性、信頼性、精度などが課題となる。また、動的に新たなRMを追加する方法の検討がある。

参 考 文 献

- 1) (財) 道路交通情報通信システムセンタ: VICSの挑戦, (財) 道路交通情報通信センタ (1996)
- 2) 日本道路公団 (JH) 道路交通情報. <http://www.jhnet.go.jp>

- 3) 国土交通省道路局 歩行者 ITS. <http://www.its.go.jp/ITS/j-html/index.html>
- 4) 寺田, 塚本, 西尾: アクティブデータベースを用いた地理情報システム, 情処学会論文誌, Vol.41, No.11 (2000)
- 5) (財) 日本気象協会 防災気象情報サービス. <http://tenki.jp>
- 6) 国土交通省 川の防災情報. <http://www.river.go.jp>
- 7) 国土交通省 地震計ネットワーク. <http://www.nilim.go.jp/japanese/nwdb/>
- 8) 環境省 大気汚染物質広域監視システム. <http://www.soramame.nies.go.jp>
- 9) M., A., Miller: SNMP インターネットワーク管理, 翔泳社 (1998)
- 10) K., Czajkowski, S., Fitzgerald, I., Foster, C., Kesselman: Grid Information Services for Distributed Resource Sharing, Proc. 10th IEEE International Symposium on High-Performance Distributed Computing (2001)
- 11) 八木, 高橋: メタ・コンピューティングのためのリソース管理フレームワーク, 第61回情処学会全国大会, 第3分冊, pp519-520 (2000)
- 12) 大山, 千田, 戸部, 窪田, 田中, 空: X.500 ディレクトリ入門, 東京電気大学出版局 (1997).
- 13) M., Wahl, S., Kille: Light Weight Directory Access Protocol(v3), RFC2251 (1997).
- 14) 服部, 呉, 安田, 横井: ディレクトリサービスを利用した都市情報の分散型データベース構築に関する検討, 情処学会論文誌, Vol.41 No.12, pp3307-3313 (2000)
- 15) P., V., Mockapetris, K., J., Dunlap: Development of the Domain Name System, ACM SIGCOMM'88, pp123-133 (1988)
- 16) 馬場, 山口: DNS を用いた広域負荷分散の実装, 情処学会研究会報告, DSM-9-7, pp37-42 (1998)
- 17) 八木, 高橋: オープンな協調型データベースのためのアーキテクチャ, 情処学会論文誌: データベース, Vol.42, No.SIG8(TOD10) (2001)
- 18) 八木, 高橋: 広域分散した動的な情報のための共有システムの構想, 情処学会研究会技報告, DPS-103-1, pp519-520 (2001)
- 19) 通信総合研究所 日本標準時グループ. <http://jijy.crl.go.jp/>
- 20) 石川博: アクティブデータベース, 情処学会誌, Vol.35, No.2 (1994)
- 21) D., H., Crocker: Standard for the format of ARPA internet text messages, RFC822 (1982).
- 22) MRTG. <http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/>