

移動体に対する適応型問合せ処理方式について

柴田 一[†] 塚本 昌彦[‡] 西尾 章治郎[‡]

[†]関西大学文学部 [‡]大阪大学工学部情報システム工学科
〒564 大阪府吹田市山手町 3-3-35 〒565 大阪府吹田市山田丘 2-1
shibata@mm01.mm.kansai-u.ac.jp {tuka,nishio}@ise.eng.osaka-u.ac.jp

携帯端末に関わる情報をアクセスするうえでさまざまな位置情報の管理方法とアクセス方法が考えられ、ネットワーク条件等によってそれらの最適性が異なることが示されている。本稿では移動体計算環境におけるデータ問合せに対して、移動ホストの移動を検知した際に移動ホストの位置を管理するための移動通知法や、問合せ処理を行なうための問合せ処理方法をいくつかの方法の中から動的に選択できるようなシステムの性能評価を行なう。本稿では、これらの手法を動的に切替える方式を示し、ネットワーク条件などに基づく切替の選択を行なう指針を解析的に示す。

An Adaptive Query Processing Strategy for Mobile Databases

Hajime SHIBATA[†] Masahiko TSUKAMOTO[‡] Shojiro NISHIO[‡]

[†]Faculty of Letters, Kansai University
3-3-35 Yamatecho, Suita, Osaka, 564, Japan
shibata@mm01.mm.kansai-u.ac.jp

[‡]Dept. of Information Systems Engineering
Faculty of Engineering, Osaka University
2-1 Yamadaoka, Suita, Osaka 565, Japan
{tuka,nishio}@ise.eng.osaka-u.ac.jp

Many location management methods have been proposed so far for the access to the information stored in portable computers. As for the performance of these access methods, it has been shown that the efficiency of each method fully depends on a given system environment. In this paper, we first propose an adaptive query processing strategy in mobile computing environment, in which several location update methods and query processing methods can be selected dynamically. Then, through analytical performance evaluation studies on this processing strategy, we give a guideline how to choose dynamically these location update and query processing methods.

1 はじめに

近年、ハードウェア技術の発達によりパーソナル・コンピュータの小型軽量化や高性能化が進み、通信技術の発達とあいまって、ネットワーク上を移動しているデータベース・サーバとデータのやりとりを行なうことが可能になってきている。このような環境は移動体計算環境 (mobile computing environment) と呼ばれ、移動体計算環境において移動可能なホストは移動ホストと呼ばれる [1]。移動体計算環境において移動ホストが持つデータを統合利用するためのデータ管理手法が提案されており [2]、そのような状況では移動ホストに対してデータの問合せを効率良く行なうことが重要になる。例えば、遊園地で客の流れに応じて係員の配置を行う場合、自動車の渋滞情報に基づいた交通規制を行う場合、営業マンの営業情報を本社で統合する場合、タクシー業者がある地域内で配車を行なう場合、グループミーティングの時間調整を行なう場合など、移動ホストに対してデータ問合せを行なう状況が考えられる。

移動ホストに対する問合せ処理に関しては、単一の移動ホストを問合せ対象とする場合に関しては文献 [6] において、また、複数の移動ホストを問合せ対象とする場合に関しては文献 [3] において議論されており、これらの文献ではネットワーク形状、移動に対する問合せの発生頻度、問合せ対象となる移動ホストサーバ数などのシステムパラメータに応じた最適な問合せ処理方法が提案されている。また、移動体とのデータ通信に関しては、文献 [4]、文献 [5]、文献 [7] で研究が行われている。そこではシステムの個々の状況に応じて最適な通信プロトコルが存在することが示され、それらをシステムの状況に応じて動的に切り替えることにより、最高の性能を実現できる適応型の移動体通信プロトコルの有効性が示されている。本稿では、文献 [3]、文献 [6] をもとにして、移動ホストの位置問合せに問合せ処理の焦点を絞り、問合せ処理方法をシステムの状況に応じて動的に選択できる状況を考える。このような環境において、移動ホストの移動を検知した時に移動ホストの位置情報を通知する方法や問合せ処理を行なうための問合せ処理方法をいくつかの方法の中から動的に選択できるような問合せ処理方式を提案し、これらのうちのどの方法がどのような状況下のシステムで問合せ処理に必要なコストの期待値を最小に

するのかを明らかにする。

以下、2章では移動体計算環境における問合せのモデルの説明を行い、3章では本稿で提案する五種類の移動通知法および問合せ処理を行なうサーバが選択できる四種類、移動ホストの省略時間問合せ先のサーバが選択できる三種類の問合せ処理方法について説明し、4章で、五種の通知法のそれぞれを選択した場合の移動ホストの次の移動までの間に発生する問合せ処理コストの期待値および三種類の問合せ処理方法を選択した場合の問合せ処理コストの期待値を求め、5章でシステムパラメータに応じた最適な通知方法および問合せ処理方法を明らかにする。最後に6章で本稿のまとめと今後の課題について述べる。

2 モデル

本章では、本稿でとり挙げる移動体計算環境のモデルについて説明する。

移動ホストは、セル間を移動し他のシステムからアクセスされる情報を保持している。クライアントは、移動ホストに対して問合せを行うシステムである。問合せ処理サーバは、クライアントからの要求に応じて移動ホストへの問合せ処理を行うシステムである。各クライアントは、ネットワーク上の少なくとも一つの問合せ処理サーバに直接もしくは間接的に接続されている。各移動ホストごとにデフォルトサーバとよばれるサーバが存在し、移動ホストサーバからの要求に応じて移動ホストの位置情報を管理する。デフォルトサーバは、ネットワーク上の全ての問合せ処理サーバおよび移動ホストサーバと直接通信することができる。移動ホストサーバは、各々一つのセルを管理し、無線で自分が管理するセル内の全ての移動ホストと直接通信することができる。さらに、ネットワーク上の全ての問合せ処理サーバおよびデフォルトサーバと通信できる。図 1 に、クライアント、問合せ処理サーバ、デフォルトサーバ、移動ホストサーバ、移動ホストを含んだネットワークの例を示す。

クライアントからの問合せ要求があると、問合せ処理サーバは直ちに問合せ処理を開始する。問合せ処理において問合せ処理サーバは、任意のデフォルトサーバ、移動ホストサーバ、移動ホスト、および他のシステムと必要に応じてパケットの交換を行う。このモデルでは、以下の仮定を行う。

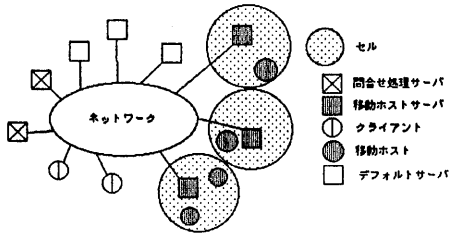


図 1: 移動体計算環境の例

- 移動ホストサーバは、自分が管理するセル内に含まれる全ての移動ホストの所在を把握している。
- 各移動ホストサーバは、全ての問合せ処理サーバにパケットをマルチキャストでき、各問合せ処理サーバも全ての移動ホストサーバにパケットをマルチキャストできる。
- セルは互いに重ならない。つまり、一つの移動ホストは同時に一つのセルにしか含まれない。

3 移動体計算環境における適応型問合せ

本章では、本稿でとり上げる移動体計算環境のモデルおよび問合せ処理方法について説明する。

3.1 移動ホストサーバの移動検出時の動作

文献 [3]、文献 [6] では、移動体計算環境におけるさまざまなシステムの状況に応じた最適な問合せ処理法が明らかにされている。各移動ホストサーバは、自分の管理しているセル内で移動ホストが稼働あるいは消滅した場合に、これらの文献の結果をふまえて次の五種類の移動通知法のうち、移動ホストの移動を検出した時のシステムの状況に応じた最適な方法の一つ自らの判断で選択することができる。

1. 単一ブロードキャスト通知法 (*SBN:Single Broadcast Notification*):新しい移動ホストが自分の管理しているセル内で稼働したことを移動ホストサーバが感知すると、各移動ホス

トの位置情報を移動ホストサーバが全ての問合せ処理サーバにブロードキャストする。しかしながら、移動ホストが休止状態になるなど、そのネットワーク上に存在しなくなった場合は、いずれの問合せ処理サーバにもこのことを知らせない。

2. 二重ブロードキャスト通知法 (*WBN:Double Broadcast Notification*):新しい移動ホストが自分の管理しているセル内で稼働したことを移動ホストサーバが感知すると、各移動ホストの位置情報を移動ホストサーバが全ての問合せ処理サーバにブロードキャストする。さらに、WBN を選択したことにより移動ホストサーバに位置情報を通知した移動ホストがネットワーク上に存在しなくなった場合も、その移動ホストが消滅したという情報を全ての問合せ処理サーバにブロードキャストする。
3. 単一デフォルト通知法 (*SDN:Single Default Notification*):新しい移動ホストが自分の管理しているセル内で稼働したことを移動ホストサーバが感知すると、その移動ホストの位置情報を移動ホストサーバがデフォルトサーバに通知する。しかしながら、移動ホストがネットワーク上に存在しなくなった場合には、デフォルトサーバにはこのことを通知しない。
4. 二重デフォルト通知法 (*WDN:Double Default Notification*):新しい移動ホストが自分の管理しているセル内で稼働したことを移動ホストサーバが感知すると、その移動ホストの位置情報を移動ホストサーバがデフォルトサーバに通知する。さらに、WDN を選択したことによりデフォルトサーバに位置情報を通知した移動ホストがネットワーク上に存在しなくなった場合も、その移動ホストが消滅したという情報をデフォルトサーバに通知する。
5. 何もしない (*NN:No Notification*):移動ホストサーバは、自分の管理しているセル内で移動ホストが新しく稼働しようと消滅しようと、それらを問合せ処理サーバおよびデフォルトサーバには一切通知しない。

3.2 問合せ処理サーバの問合せに対する動作

クライアントからの問合せ処理要求を受けた問合せ処理サーバは、自分が保持している問合せ対象の移動ホストの位置情報の信頼度やシステムの状況に応じて次の四つの動作の中から一つを選ぶ。

1. *IA(Immediate Answer)*: 即座に答える。問合せ対象となっている移動ホストの前回の移動時に移動ホストサーバが WBN を選択した場合である。この状態では、問合せ処理サーバが保持している移動ホストの位置情報は正しい。したがって、クライアントからの問合せ要求に対し問合せ処理サーバは、自分の保持している移動ホストの位置情報をクライアントに直ちに返す。

問合せ対象となっている移動ホストの前回の移動時に移動ホストサーバが WBN 以外の通知法を選択した場合は、問合せ処理サーバは移動サーバに関する位置情報を全く持っていないか、持っても誤っている可能性がある。したがって、問合せ処理サーバは残り三つの動作の中から一つを選択する。

2. *DQ(Default server Query)*: デフォルトサーバに問合せ。問合せ対象となっている移動ホストに問合せ要求を転送する。
3. *BQ(Broadcast Query)*: ネットワーク上のすべての移動ホストサーバに対して、問合せ要求パケットをブロードキャストして移動ホストの所在を問合せ。
4. *IQ(Immediate Query)*: 問合せ対象となっている移動ホストの位置情報が移動ホストサーバが SDN により通知されている場合には、その位置情報を信頼して移動ホストが存在しているはずのセルを管理している移動ホストサーバに直接問合せ。

3.3 デフォルトサーバの問合せに対する動作

問合せ処理サーバから問合せ処理要求を転送されたデフォルトサーバは、自分が保持している問合せ対象の移動ホストの位置情報の信頼度やシステムの状況に応じて次の三つの動作の中から一つを選ぶ。

1. *IA(Immediate Answer)*: 即座に答える。問合せ対象となっている移動ホストの前回の移動時に移動ホストサーバが WDN を選択した場合である。この状態では、デフォルトサーバが保持している移動ホストの位置情報は正しい。したがって、問合せ処理サーバから転送された問合せ要求に対しデフォルトサーバは、自分の保持している移動ホストの位置情報を問合せ処理サーバを経由してクライアントに直ちに返す。

問合せ対象となっている移動ホストの前回の移動時に移動ホストサーバが WDN 以外の通知法を選択した場合は、問合せ処理サーバは移動サーバに関する位置情報を全く持っていないか、持っても誤っている可能性がある。したがって、問合せ処理サーバは残り二つの動作の中から一つを選択する。

2. *BQ(Broadcast Query)*: ネットワーク上のすべての移動ホストサーバに対して、問合せ要求パケットをブロードキャストして移動ホストの所在を問合せ。
3. *IQ(Immediate Query)*: 問合せ対象となっている移動ホストの位置情報が移動ホストサーバが SDN により通知されている場合には、その位置情報を信頼して移動ホストが存在しているはずのセルを管理している移動ホストサーバに直接問合せ。

3.4 移動ホストサーバの問合せに対する動作

問合せ処理サーバ、デフォルトサーバもしくは移動ホストサーバから問合せ要求を受けた移動ホストサーバは、自分が保持している問合せ対象の移動ホストの位置情報に応じて次の二つの動作の中から一つを決定的に選ぶ。

1. *IA(Immediate Answer)*: 問合せ対象となっている移動ホストが自分の管理しているセル内で稼働している場合、稼働している旨を問合せ処理サーバを経由してクライアントに直ちに返す。
2. *BQ(Broadcast Query)*: 問合せ対象となっている移動ホストが自分の管理しているセル内で稼働していない場合は、ネットワーク上のす

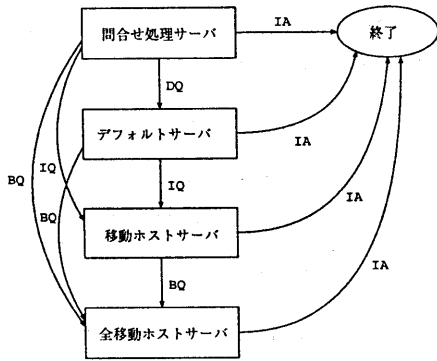


図 2: 問合せ手法のフロー

すべての移動ホストサーバに対して、問合せ要求パケットをブロードキャストして移動ホストの所在を問合せ。なお、移動ホストサーバからの問合せ要求に対しては、移動ホストサーバは問合せ要求パケットをブロードキャストしない。

3.5 問合せ手法のフロー

図 2 に本章で説明した適応型問合せ処理方式のフローを示す。

4 コスト評価

本章では、前章で記述した適応的な問合せ処理方式において、クライアントからの問合せ要求発生時に、問合せ処理サーバ、デフォルトサーバ、移動ホストサーバがそれぞれの動作を選択した場合に問合せ処理に必要なコスト、および移動ホストが移動した場合に移動ホストサーバが移動を通知するために必要なコストを評価する。

まず、問合せ処理サーバ、デフォルトサーバ、移動ホストサーバ間でパケットを送信するために必要なコストを図 3 のように定義する。

次に、コスト評価に必要なパラメータを以下のように定義する。

α : 問合せ処理サーバが IQ を選ぶときそれが正しい確率 ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β : デフォルトサーバが IQ を選ぶときそれが正しい確率 ($0 \leq \beta \leq 1$)

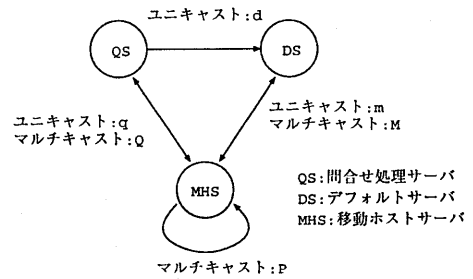


図 3: パケット送信コスト

θ_1 : 問合せ処理サーバが DQ を選択する確率 ($0 \leq \theta_1 \leq 1$)

θ_2 : 問合せ処理サーバが IQ を選択する確率 ($0 \leq \theta_2 \leq 1, 0 \leq \theta_1 + \theta_2 \leq 1$)

θ_3 : デフォルトサーバが IQ を選択する確率 ($0 \leq \theta_3 \leq 1$)

λ : 移動ホストの移動間隔の間に発生する問合せ要求数 ($0 \leq \lambda$)

4.1 問合せ処理に関わるコスト

最初に、問合せ処理サーバもしくはデフォルトサーバが IA を選択できる場合に問合せ処理に必要なとなるコストを求めると、問合せ処理サーバが IA を選択できる場合は、

$$IA : 0 \quad (1)$$

デフォルトサーバが IA を選択できる場合は、

$$IA : d + q \quad (2)$$

となる。次に、問合せ処理サーバとデフォルトサーバが共に IA を選択できない場合について考える。まず、デフォルトサーバが IQ, BQ を選択した場合に問合せ処理に必要なコストの期待値を求めると、

$$\begin{aligned} IQ &: m + \beta q + (1 - \beta)(P + q) \\ &= m + q + (1 - \beta)P \end{aligned} \quad (3)$$

$$BQ : M + q \quad (4)$$

となる。これより、問合せ処理サーバが DQ, IQ, BQ を選択した場合に問合せ処理に必要なとなるコ

ストの期待値は,

$$\begin{aligned} DQ &: d + \theta_3(m + q + (1 - \beta)P) \\ &\quad + (1 - \theta_3)(M + q) \\ &= d + M + q + \\ &\quad \theta_3(m - M + (1 - \beta)P) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} IQ &: q + \alpha q + (1 - \alpha)(P + q) \\ &= 2q + (1 - \alpha)P \end{aligned} \quad (6)$$

$$BQ : Q + q \quad (7)$$

となる.

4.2 移動通知に関わるコスト

3.1節で記述した移動ホストの移動を検知した際に移動ホストサーバが選択するそれぞれの動作によって発生するコストは, 次のように求められる.

$$SBN : Q \quad (8)$$

$$WBN : 2Q \quad (9)$$

$$SDN : m \quad (10)$$

$$WDN : 2m \quad (11)$$

$$NN : 0 \quad (12)$$

4.3 移動間隔に発生するコスト

本節では, 4.1節, 4.2節の結果をもとに, 移動ホストの移動終了時から次の移動開始時までにシステムに課されるコストを評価する.

移動ホストの移動検知時に移動ホストサーバの選択する動作により場合分けして考察する.

SBN を選択した場合 この場合, 式 (5) において $\beta = 0$, 式 (6) において $\alpha = 1$ である. したがって, システムに課されるコスト Φ_{SBN} は式 (5), (6), (7), (8) より,

$$\begin{aligned} \Phi_{SBN} &= Q + \lambda(\theta_1(d + M + q + \\ &\quad \theta_3(m - M + P)) + \theta_2(2q) \\ &\quad + (1 - \theta_1 - \theta_2)(Q + q)) \\ &= Q + \lambda(Q + q + \theta_1(d + M - Q) \\ &\quad + \theta_3(m - M + P)) \\ &\quad + \theta_2(q - Q) \end{aligned} \quad (13)$$

WBN を選択した場合 この場合, システムに課されるコスト Φ_{WBN} は式 (1), (9) より,

$$\Phi_{WBN} = 2Q \quad (14)$$

SDN を選択した場合 この場合, 式 (5) において $\beta = 1$, 式 (6) において $\alpha = 0$ である. したがって, システムに課されるコスト Φ_{SDN} は式 (5), (6), (7), (10) より,

$$\begin{aligned} \Phi_{SDN} &= m + \lambda(\theta_1(d + M + q + \theta_3(m - M) \\ &\quad + \theta_2(2q + P)) + (1 - \theta_1 - \theta_2)(Q + q)) \\ &= m + \lambda(q + Q + \theta_1(d + M - Q) \\ &\quad + \theta_3(m - M)) + \theta_2(q + P - Q) \end{aligned} \quad (15)$$

WDN を選択した場合 この場合, 式 (6) において $\alpha = 0$ である. したがって, システムに課されるコスト Φ_{WDN} は式 (2), (6), (7), (11) より,

$$\begin{aligned} \Phi_{WDN} &= 2m + \lambda(\theta_1(d + q) + \theta_2(2q + P) \\ &\quad + (1 - \theta_1 - \theta_2)(Q + q)) \\ &= 2m + \lambda(q + Q + \theta_1(d - Q) \\ &\quad + \theta_2(q + P - Q)) \end{aligned} \quad (16)$$

NN を選択した場合 この場合, 式 (5) において $\beta = 0$, 式 (6) において $\alpha = 0$ である. したがって, システムに課されるコスト Φ_{NN} は式 (5), (6), (7), (12) より,

$$\begin{aligned} \Phi_{NN} &= \lambda(\theta_1(d + M + q + \theta_3(m - M + P)) \\ &\quad + \theta_2(2q + P) + (1 - \theta_1 - \theta_2)(Q + q)) \\ &= \lambda(q + Q + \theta_1(d + M - Q) \\ &\quad + \theta_3(m - M + P)) \\ &\quad + \theta_2(q + P - Q) \end{aligned} \quad (17)$$

5 性能評価

前章で求めたコスト評価式をもとに, まず通知方法の比較を行なう. 式 (13), (14), (15), (16), (17) において, パケットのユニキャスト, マルチキャストにかかるコストを定数とし, その比を $k (\geq 2)$ とおく. すなわち, $d = m = q = 1$, $M = Q = P = k$ とおくと,

$$\Phi_{SBN} = k + \lambda(1 + k + \theta_1(1 + \theta_3))$$

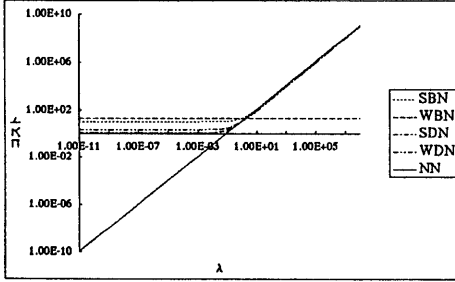


図 4: 問合せ処理に要するコスト

$$+\theta_2(1-k)) \quad (18)$$

$$\Phi_{WBN} = 2k \quad (19)$$

$$\Phi_{SDN} = 1 + \lambda(1+k + \theta_1(1+\theta_3(1-k)) + \theta_2) \quad (20)$$

$$\Phi_{WDN} = 2 + \lambda(1+k + \theta_1(1-k) + \theta_2) \quad (21)$$

$$\Phi_{NN} = \lambda(1+k + \theta_1(1+\theta_3) + \theta_2) \quad (22)$$

となる。ここで、 $k = 10$, $\theta_1 = \theta_2 = 1/3$, $\theta_3 = 1/2$ とおくと、移動ホストサーバが各通知法を選択した場合に問合せ処理に要するコストは図 4 のように表される。さらに、ユニキャストに対するマルチキャストのコスト比 k と、移動ホストの移動間隔に発生する問合せ要求の頻度 λ に応じてどの通知法が最適となるかを $\theta_1 = \theta_2 = 1/3$, $\theta_3 = 1/2$ の場合に求めたものが図 5, $\theta_1 = 0.9$, $\theta_2 = 0.05$, $\theta_3 = 0.5$ の場合に求めたものが図 6, $\theta_1 = 0.05$, $\theta_2 = 0.9$, $\theta_3 = 0.5$ の場合に求めたものが図 7 である。

図 4, 図 5, 図 6, 図 7 より、与えられたパラメータにおいては、問合せ発生率が低い状況では NN を、問合せ発生率が高い状況では WBN を選択することが最適となることがわかる。また、図 5, 図 6, 図 7 より、ユニキャストに対するマルチキャストのコスト比が小さい場合には NN を、コスト比が大きい場合には、WDN または WBN を選択することが最適となることがわかる。

次に、問合せ処理方式の比較を行なう。問合せ処理サーバが IA を選択できない場合に、DQ, BQ, IQ のうちのどれを選択すれば問合せ処理に必要なコストの期待値が最小となるかを求めてみる。式 (5), (6), (7) において上と同様に、 $d = m = q = 1$,

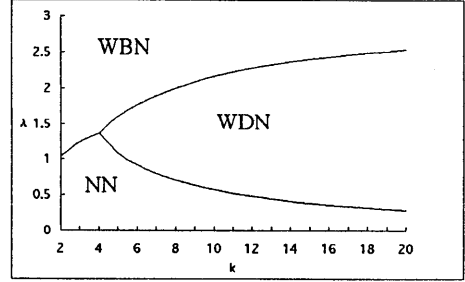


図 5: 最適な移動通知方法 ($\theta_1 = \theta_2 = 1/3$, $\theta_3 = 1/2$)

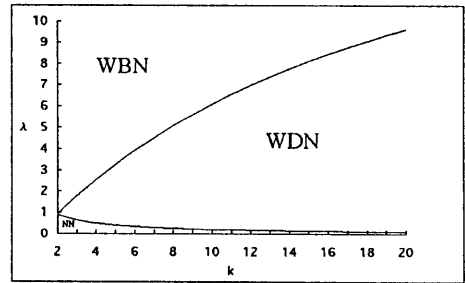


図 6: 最適な移動通知方法 ($\theta_1 = 0.9$, $\theta_2 = 0.05$, $\theta_3 = 0.5$)

$M = Q = P = k$ とおくと、

$$DQ : 2 + k + \theta_3(1 - \beta k) \quad (23)$$

$$IQ : 2 + (1 - \alpha)k \quad (24)$$

$$BQ : 1 + k \quad (25)$$

となる。これらのうちのどれを選択すれば問合せ処理に要するコストが最小となるかを求めたのが図 8 である。

図 8 より、 β , θ_3 が共に大きい時には DQ が有効であり、 α が大きい時には IQ が有効であることがわかる。

6 おわりに

本稿では移動体計算環境における移動ホストの位置問合せに対して、問合せ処理サーバがシステムの状況に応じて問合せ処理方法を適応的に選択

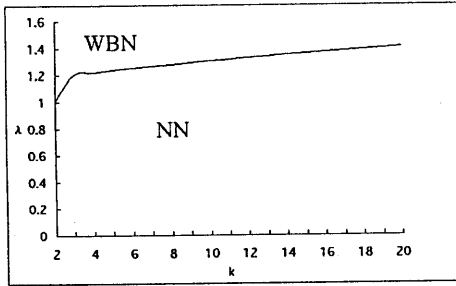


図 7: 最適な移動通知方法 ($\theta_1 = 0.05$, $\theta_2 = 0.9$, $\theta_3 = 0.5$)

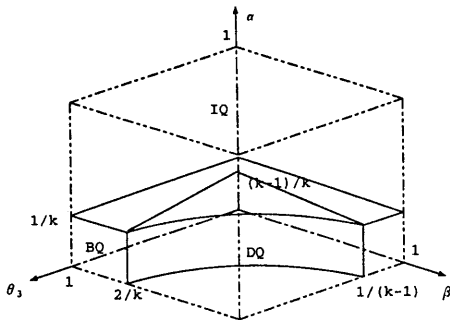


図 8: 最適な問合せ処理方法

できる場合を考え、この状況下で、移動ホストの移動を検知した際に、本稿で提案した移動通知法のどの方法が、移動ホストの移動間隔に発生する問合せ要求の頻度と、ユニキャストに対するマルチキャストのコスト比に応じて最適となるかを示した。また問合せ処理サーバが WBN による通知を受けていない場合に、どの問合せ処理方法を選択すれば問合せ処理に要するコストの期待値が最小となるかを示した。今後の課題として、本稿で論じたように移動 1 回の間での最適な問合せ方法を考えた場合には、SBN や SDN が最適となるような状況は観察できなかったが、WBN の後の NN、SBN の後の SBN など効率の良い組み合わせがあるように、移動 2 回分にまたがるコストを評価することや、問合せ処理サーバが IQ を選択した場合に、移動ホストサーバからデフォルトサーバに問合せする方法を考慮すること、問合せ処理サーバが、デフォルトサーバに移動ホストの位置を知っ

ているかどうかを問合せから、DQ、BQ、IQ の選択を行うという手法を取り入れることなどが考えられる。また、本稿で提案した適応型問合せ処理方式の性能をマルコフ連鎖を用いて解析する予定である。

謝辞

本研究の一部は、財団法人立石科学技術振興団体からの助成金によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Forman, G.H., and Zahorjian, J., "The Challenges of Mobile Computing," IEEE COMPUTER, Vol.27, No.4, pp.38-47, 1994.
- [2] 劉 渤江, 塚本昌彦, 西尾章治郎, "移動体計算環境におけるデータベースビュー," Proc. of Advanced Database System Symposium'94, pp.9-18, 1994.
- [3] 柴田 一, 塚本昌彦, 西尾章治郎, "複数の移動体に対する問合せ処理方式について," 電子情報通信学会技術研究報告 DE95-53, pp.25-32, 1995.
- [4] 田中理恵子, 塚本昌彦, "適応型移動体通信プロトコル," 情報処理学会研究会報告 DPS 65-1, pp.1-6, 1994.
- [5] 田中理恵子, 塚本昌彦, "適応型移動体通信におけるプロトコル選択方式," 情報処理学会研究会報告 DPS 66-13, pp.73-78, 1994.
- [6] Tsukamoto, M., Kadobayashi, R., and Nishio, S., "Strategies for Query Processing in Mobile Computing," Imielinski, T. and Korth, H. F. (Eds.): Mobile Computing, Kluwer Academic Publishers, pp.595-620, 1996.
- [7] Rajagopalan, S., and Badrinath, B.R., "An Adaptive Location Management Strategy for Mobile IP," Proc. of the ACM MOBI-COM'95, pp.170-180, 1995.