

## MMD ネットワークにおける輻輳制御方式に関する一検討

佐々木 美沙都†

北辻 佳憲†

長谷川 輝之†

横田 英俊†

†株式会社 KDDI 研究所

## 1. はじめに

移動体ネットワークのオール IP 化を実現する技術として、3GPP/3GPP2 において IP Multimedia Subsystem (IMS) /MultiMedia Domain (MMD) が検討されている[1][2]。IMS/MMD に基づく VoIP サービスで想定される障害の一つに、災害などで特定の呼処理 (SIP) サーバに端末からの発着呼が集中し過負荷となる問題がある。本稿では、MMD アーキテクチャに基づき、発呼の頻度に応じた呼の受付制御によって輻輳時の SIP サーバ負荷を軽減させる手法を提案する。

## 2. MMD ネットワークにおける輻輳

MMD における VoIP サービスも、回線交換電話網と同様に輻輳への対策を講じる必要がある。以下、災害などにより発生する輻輳について論じる。

VoIP サービスにおける輻輳は、回線帯域の不足の場合と、SIP サーバの処理性能不足の場合に大別される。オール IP を実現するパケット網は広帯域の提供を前提としており、VoIP など実時間性の高いサービスは他のサービス (データ等) よりも優先的に帯域を確保する運用が一般的である。このため、帯域不足による輻輳の可能性は低い。むしろ、呼の大量発生により一時的に SIP サーバの処理能力が不足し輻輳が発生する可能性が高いと考えられる[3]。以降では、呼の大量発生時における SIP サーバの負荷軽減を検討対象とする。

## 3. 想定ネットワークアーキテクチャ

MMD は、多様な無線アクセス網を収容し IP 化を実現する。SIP サーバの機能は、Serving-Call/Session Control Function (S-CSCF)、Proxy-CSCF (P-CSCF)、Interrogating-CSCF (I-CSCF) に分けられる。S-CSCF は、ユーザプロフィールを管理する Home Subscriber Server (HSS) の配下に接続され、呼制御機能を提供する。P-CSCF は、端末と S-CSCF の組み合わせを管理すると共に、呼処理中に必要な付加情報の挿入・削除を行う機能を提供する。I-CSCF は、ドメイン間の SIP メッセージ中継や、端末登録時に対応する S-CSCF を発見する機能などを提供する。

A Study on Congestion Avoidance of VoIP Service in MMD Networks

Misato Sasaki, Yoshinori Kitatsuji, Teruyuki Hasegawa, Hidetoshi Yokota

† KDDI R&D Laboratories, Inc.

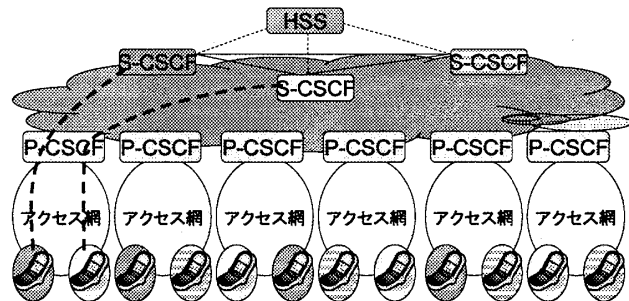


図 1 SIP サーバ構成を含む MMD のネットワーク例

筆者らは、MMD におけるスケーラビリティの提供および運用面の容易さから、P-CSCF を地域やアクセス網毎に分散配置するアーキテクチャを提案している[4]。図 1 にそのネットワーク構成例を示す。負荷分散を図るために複数台の S-CSCF を集中配置可能とし、各 P-CSCF は全ての S-CSCF と接続可能とする。なお、簡単のため I-CSCF は省略している。本アーキテクチャに基づく端末登録手続き手順を以下に示す。

1. 端末は、ネットワーク接続時に取得した P-CSCF へ登録メッセージを送付する。
2. P-CSCF は、I-CSCF を介して対応する S-CSCF へ登録メッセージを転送する。
3. S-CSCF は端末登録を完了し、P-CSCF へ登録完了メッセージを応答する。
4. P-CSCF は端末と S-CSCF の組を登録した後、端末へ登録完了メッセージを応答する。

S-CSCF と端末は一度登録が完了するとその接続関係が継続することに注意する。また端末が属する P-CSCF によって対応する地域 (アクセス網) を一意に識別することができる。

発呼処理の INVITE メッセージは、上記の CSCF の登録に基づいて、端末から P-CSCF、S-CSCF へ順に転送される。次に、S-CSCF は着呼端末を登録する S-CSCF を HSS に問い合わせ、INVITE メッセージを着呼側 S-CSCF へ転送する。INVITE メッセージは、着呼側 P-CSCF および着呼端末へ順に転送され、シグナリング経路が確定する。

## 4. 検討方針

本稿で検討とする輻輳の発生例とその回避手法の方針を以下に示す。

- 災害時には全国から災害発生地域へ向けて呼が発生し、災害地の端末を管理する着呼側

P-CSCF に呼処理が集中することが考えられる。そこで、当該 P-CSCF 宛の呼を中心に受付制御を適用し輻輳を回避する。

- P-CSCF の輻輳は、自身だけでなく、着呼側の S-CSCF で P-CSCF 毎の呼処理状況を監視することでも検出できる。輻輳中の着呼側 P-CSCF の処理軽減を図るため、S-CSCF での輻輳検出を行う。
- 受付制御は着呼側の P/S-CSCF で容易に実現できる。しかし、前段の SIP サーバや HSS に成立が見込まれない呼処理を要求し負荷を強いることになる。そこで、発呼側 P-CSCF に INVITE が到着した時点で受付制御を行う。
- ただし、発呼側 P-CSCF は、INVITE に示された宛先端末情報だけでは着呼側 P-CSCF を判断できない。そこで各 P-CSCF は、受付制御に必要な端末・P-CSCF の対応情報を、着呼側 S-CSCF から受け取ることとする。
- 一般的に、通話不成立の場合に同一端末から発呼が繰り返し発生する傾向がある。そこで、S-CSCF では、上述の P-CSCF 向けの情報として、呼の発生頻度順に端末・P-CSCF の対応情報を通知する。これにより少ない情報量で効果的な受付制御を図る。

## 5. 提案手法

前述の検討方針に従い、次の機能によって輻輳回避を実現する手法を提案する。

1. 着呼側 S-CSCF は着呼側 P-CSCF の呼処理状況（呼受付率や応答時間など）を監視する。
2. S-CSCF は、着呼頻度の高い端末と対応する P-CSCF 情報を他の P-CSCF へ通知する。
3. P-CSCF は S-CSCF から通知される端末の着呼頻度に基づき、着呼端末のアクセスリストを構築し、新規発呼に対して、アクセスリストに基づく受付制限を行う。
4. さらに、P-CSCF は、自身の負荷状況に基づいて、呼の着呼側・発呼側を区別することなく受付制限を行う。

以上により、P-CSCF は二段階の受付制限を行う構成となっている。第一段階（機能 3）は、アクセスリストを用いた受付制限で、頻繁に呼が到着する端末への制限を行い、他の多くの端末へ SIP サーバの処理能力を配分することを目的とする。第二段階（機能 4）は、通常の負荷状態に基づく受付制限で、負荷状況に合わせて受付率を制限する。

具体的な機能配置の一例を図 2 に示す。上述の各機能は、S-CSCF と P-CSCF に分けて実現する。

S-CSCF では、P-CSCF の着呼頻度（図中アクセス順位リスト）ならびに呼受付率を P-CSCF 毎に

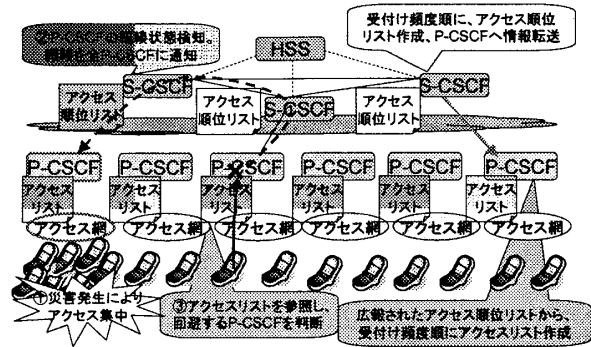


図 2 提案手法に基づく機能配置例

集計する。また、端末・P-CSCF の情報と着呼頻度を、以後生起する発呼のメッセージに重畳して各 P-CSCF に通知する。ただし、SIP ではメッセージの通知に UDP を用いることが多いため、通知できる着呼端末の数は限定される。また、着呼頻度は発呼側 P-CSCF の受付制限により変動することが予想される。このため、定期的あるいは輻輳時にまとめて本情報を通知する手法も考えられる。通知する着呼端末の選択方法や通知タイミングの最適化は今後の課題である。

P-CSCF は、アクセスリストの構築機能、アクセスリストに適合した発呼の受付拒否確率、第二段階の高負荷時の発着呼受付拒否確率を動的に変化させる機能を備える。アクセスリストの構築では、複数の S-CSCF から通知される着呼端末の情報を順序付けて、アクセスリストのエントリとする。エントリ数を決定する要素としては実装コスト、輻輳回避ポリシー、S-CSCF における着呼頻度の変化の速さなどが考えられる。機能 3 の受付拒否確率についても、着呼頻度の分布に基づいて動的に変化させる必要がある。これらのパラメタの決定方法についても、今後の課題である。

## 6. まとめ

本稿では、MMD における VoIP サービス発呼頻度に応じて輻輳を回避する手法を提案し、輻輳回避を実現する各機能の検討課題を示した。今後は、シミュレーション実験を通して各機能の最適化方法を検討し、提案方式の有効性を確認する。

## 参考文献

- [1] 3GPP, "IP Multimedia Subsystem (IMS)," TS23.228V6.6.0, 2004.
- [2] 3GPP2, "All-IP Core Network Multimedia Domain - IP Multimedia Subsystem Stage 2," X.S0013-002-A, 2005.
- [3] 佐藤大輔他, "セッション制御負荷分散方式と過負荷特性評価," IN2006-146, pp.49-54, 2007.
- [4] T. Chiba et al., "Trombone Routing Mitigation Techniques for IMS/MMD Networks," IEEE WCNC 2007.