分散処理システム特論レポート
RFC2236
Internet Group Management Protocol, Version2

情報工学専攻　修士 1 年　荒木研究室　園田 雅崇 (学生番号 2IE99058G)

2000 年 1 月 31 日 (月)

1　背景

ネットワーク通信において送信側から複数の受信側に同一データを提供する伝送方針として、マルチキャスト通信が研究されている。マルチキャスト通信ではマルチキャストグループと呼ばれる選択されたグループに対してデータを配信するため、受信者はグループに参加する必要がある。このマルチキャストグループのメンバーは動的に変化する。そのため各グループのメンバーシップ情報を管理するプロトコルが必要である。

2　IGMP の概要

Internet Management Protocol, Version2(IGMPv2) はマルチキャストグループのメンバーシップ情報を隣接するルータに通知するプロトコルである。IGMP の特徴は、

- IP モジュールの一部
- メッセージは IP プロトコル番号 2 の IP データグラムにカプセル化される
- メッセージの TTL 値は 1(隣接ルータを越えない)

等が挙げられる。

3　メッセージフォーマット

IGMP のメッセージフォーマットは次のようなものになる。

0–8	8–16	16–32
Type	Max Resp Time	Checksum
Group Address		

図 1: メッセージフォーマット

- Type : メッセージタイプを示す。メッセージタイプには以下のものがある。

  0x11 = Membership Query : ルータがローカルネットワーク内のマルチキャストグループのメンバーの存在を確認するメッセージ。以下の 2 種類がある。
  - General Query : マルチキャストグループに参加しているホストが存在するかどうかを確認する。サブネット内の全ホストに通知される。
  - Group-Specific Query:特定のグループに対し、そのグループのメンバーが存在するかどうかを確認する。

  0x16 = Version 2 Membership Report : メンバーからルータに送るメッセージ。

  0x17 = Leave Group : メンバーがグループから離脱する際に送られるメッセージ。ローカルネットワーク内の全ルータに送られる。

  0x12 = Version 1 Membership Report:IGMPv1 との調和のために使用されるメッセージ。

- Max Response Time
  - ルータが Query を送ってから Report を受け取るまでの最大待ち時間。Query 使

用、その他では無視される。(値は 0)

- Checksum
- Group Address
  - Query Message では、
    Grneral Query メッセージでは 0、Group-Specific メッセージでは問い合わせを行うグループのアドレス。
  - Report メッセージでは、報告を行うグループのアドレス。
  - Leave メッセージでは、離脱するグループのアドレス。

4 プロトコル手順

ルータがローカルネットワーク上のホストに関するメンバーシップ情報を確認する手順は以下のようになる。

1. ルータがアドレス 224.0.0.1(隣接ネットワークの全ホスト) で定期的に General Query をマルチキャストする。
2. Query を受信した各ホストは所属する個々のグループに対し応答遅延タイマをランダムに設定する。
3. 最初にタイムアウトしたホストは Report をそのグループにマルチキャストで送信する。
4. タイムアウトしていないホストは所属しているグループに対する他のホストからの Report を受信するとタイマを破棄、Report を送らない。これによりネットワークのトラフィックの増加が抑制される。
5. Report を受け取ったルータは
   - Report を受けとったグループをグループメンバーシップのリストに追加する。
   - 各グループについて決められた間隔までに Report を受け取らなかったら隣接ネットワーク内にそのグループのメンバーがいないと判断する。

∗ ホストが、ローカルネットワーク内でそのグループの最初のホストとしてグループに参加する場合は、即座に Version2 Report を数回参加するグループに宛てて送信する。

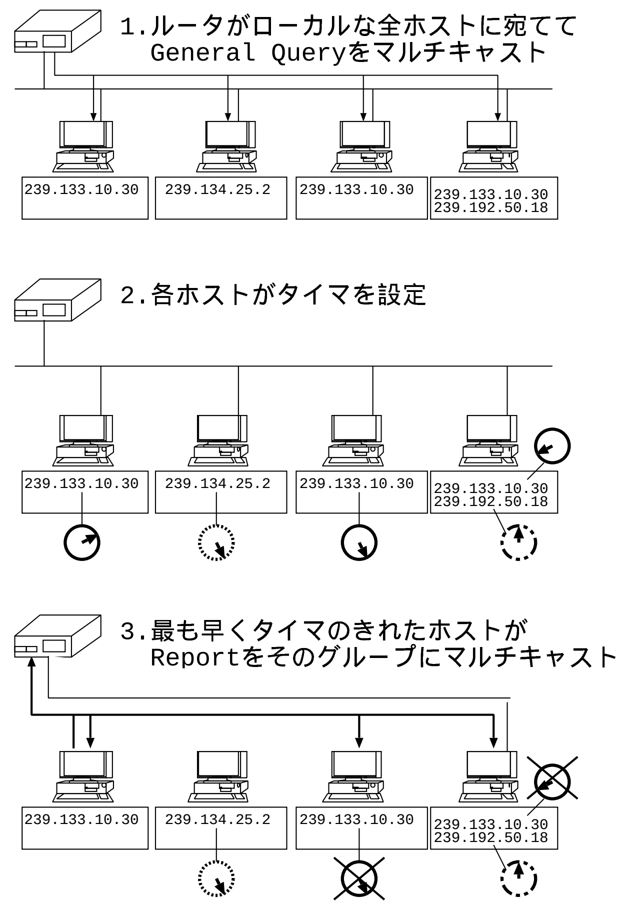

図 2: Genral Query 送信

∗ ホストがグループから離脱する場合は、
  - ローカルネットワーク内でそのグループの最後のホストの場合、そのネットワーク内の全ルータに Leave を送信する。
  - Leave を受け取ったルータはメッセージを送ってきたホストがグループの最後のホストかどうかを判定するために、
    ∗ そのグループに対し Group-Specific Query を数回送信する。
    ∗ 決められた間隔までに Report が返ってこなければローカルネットワーク内にそのグループのメンバーがいないと判断する。
  - なお離脱するホストがローカルネットワーク内でそのグループの最後のホストではない場合は何もしないで離脱する。

5 ホストの状態遷移

IGMP では各ホストを 3 つの状態に指定している。これらの状態の遷移は 5 つのイベントによって特定の動作が行われることで生じる。

- ホストの状態は以下の 3 つである。
  - **Non-Member** ホストがそのグループに所属していない状態、初期状態。
  - **Delaying Member** ホストがそのグループに所属していて、応答遅延タイマが作動している状態。
  - **Idle Member** ホストがそのグループに所属していて応答遅延タイマが作動していない状態。
- 状態遷移を引き起こすイベントは以下の 5 つである。

· グループ参加	· グループ離脱
· Query 受信	· Report 受信
· 応答遅延タイムアウト	

- 上のイベントによって行われ得る動作は以下の 7 つである。

(1)Report 送信	(2)Leave 送信
(3) フラグセット (最後のホストの場合)	(4) フラグリセット (最後のホストでない場合)
(5) 応答遅延タイマ設定	(6) 応答遅延タイマ再設定
(7) 応答遅延タイマ停止	

- ホストの状態遷移は以下のようになる。

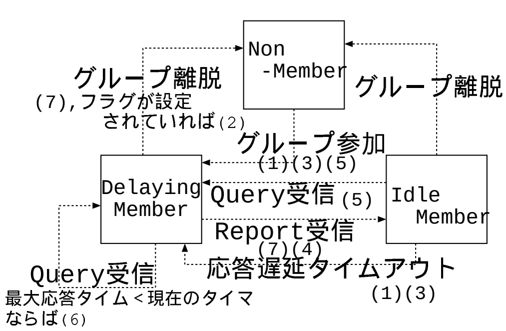

図 3: ホストの状態遷移

6 各マルチキャストグループにおけるルータの状態遷移

IGMP では各マルチキャストグループにおいてホストに問い合わせを行うルータには 3 つの状態を指定している。これらの状態の遷移はホスト同様に、5 つのイベントによって特定の動作が行われることで生じる。

- ルータの状態は以下の 3 つである。
  - **No Members Present** そのグループに Report を送ったホストが存在しない、初期状態。
  - **Members Present** そのグループに Report を送ったホストが存在する。IGMPv1Report を送ったホストが存在する
  - **Checking Membership** そのグループに対する Leave を受信したがまだ他のメンバーから Report を受け取ってない。
- ルータの状態遷移により起こり得るイベントは以下の 4 つである。
  - **v2Report** 受信
  - **Leave** 受信
  - タイムアウト そのグループからの Report を待つタイマがタイムアウト。
  - 再送タイマタイムアウト そのグループに対する Group-Specific Query の再送のためのタイマがタイムアウト。IGMPv1 のメンバーがいることを確認するためのタイマがタイムアウト
- 上のイベントによって行われ得る動作は以下の 6 つである。

(1) タイマ始動 そのグループからの Report を待つタイマを再設定

(2) タイマ始動* メンバーが存在しないことを確認するための間隔を設定

(3) 再送タイマ始動 Leave を受け取ったグループに対する Group-Specific Query の再送のための再送間隔タイマを始動

(4)Group-Specific Query 送信

(5) 経路通知 + 経路制御プロトコルにメンバーがいることを通知

(6) 経路通知 − 経路制御プロトコルにメンバーがいないことを通知

- ルータの状態遷移は以下のようになる。

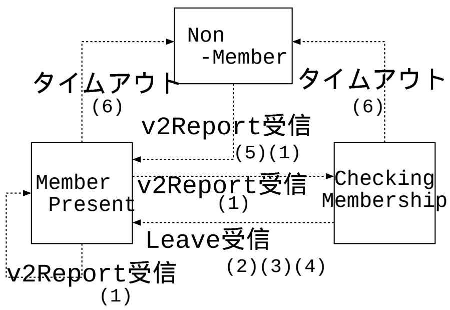

図 4: 各マルチキャストグループにおけるルータの状態遷移

7 IGMPv1(RFC1112) との調整

本レポートで紹介している IGMPv2(RFC2236) は以前のバージョン IGMPv1(RFC1112) を適用しているホストやルータとの調整についても述べている。

1. v1 ルータ (v2 に未更新) がサブネット上に存在する場合。
    - v1 ルータは General Query を Max Response Time を 0(10 秒に解釈) で送信する。
    - v1 ルータに送られた v2Report は無視する。
    - v1 ルータからの Query を受け取ったホストは、v1 ルータ存在に関するタイマを設定して、“v1 ルータ存在” 状態に遷移する。
    - 上述のタイマがタイムアウトするまでに v1Query を受け取らない場合は、“v1 ルータは存在しない” 状態 (初期状態) に戻る。
2. v1 ホスト (v2 に未更新) がサブネット上に存在する場合。
    - ルータは v1Report を受信すると v1 ホストの存在を示すための特別なタイマを設定し、“v1 メンバー存在” 状態に遷移する。
    - ルータは v1 ホストが存在するグループの Leave は無視する。
    - 上述のタイマがタイムアウトするまでに v1Report を受け取らない場合は、“v1 メンバー存在” 状態から抜ける。

8 ローカルネットワーク上に 2 つ以上のルータが存在する場合

ローカルネットワーク上に 2 つ以上のルータが存在する場合、ホストに対して問い合わせを行うルータは 1 つだけである。その他のルータは問い合わせを行わず、問い合わせルータ (Querier) からの Query を受け取る以外何もしない。なお、Querier には IP アドレスの小さなルータがなるようになっており、Querier が自分よりも小さな IP アドレスを持つルータからの General Query を受け取ると、“Querier” 状態から”Non Querier” 状態となり、代わりに General Query を送信したルータ (IP アドレスの小さいルータ) が Querier となる。

9 セキュリティ

- 偽造 Query : Querier よりも小さな IP アドレスをもつマシンから偽造 Query が送られる。
  ⇒ Query を行なうルータが偽造者になる。
    – 偽造者から Query がなくサブネット上に他のルータが存在すれば一定間隔後に Query 送信者になる。
    – メンバーによる誤作動の影響は、偽造 Query に対する Report を送ることによる LAN 上のトラフィックが微かに増加するだけでプロトコル的には問題ない。
- 偽造 Report
  ⇒ ルータが偽 Report 送信者をメンバーと誤認してしまう。
    – 送信元アドレスが識別できない Report は無視する。
    – Router Alert オプション (RFC2113) のない Report は無視する。

- 偽造 Leave
  ⇒ ルータが Group Specific Query を送出するため、ルータとメンバーが余計な処理を行うことになるが、望まれるトラフィックを損失することはない。
  - 送信元アドレスが識別できない Leave は無視する。
  - Router Alert オプション (RFC2113) のない Leave は無視する。

10 実装例

IGMPv2 の実装例として FreeBSD-3.2Release のカーネルを挙げる。ホストがグループに参加してから離脱するまでの流れ (メッセージのやりとり) を tcpdump で確認した。

- IP アドレス 133.5.33.111 をもつマシンがホストとして参加。
- 参加するマルチキャストグループのアドレスは 224.2.172.238。
- マルチキャストルータは 133.5.33.65。

参加表明
```
11:16:44.793544 133.5.33.111 > 224.2.172.238
    : igmp v2 report 224.2.172.238 [ttl 1]
```
参加表明再送
```
11:16:51.956982 133.5.33.111 > 224.2.172.238
    : igmp v2 report 224.2.172.238 [ttl 1]
```
ルータの定期的な General Query
```
11:17:47.349702 133.5.33.65 > 224.0.0.1
    : igmp v2 query [tos 0xc0] [ttl 1]
```
Query に対する Report 送信
```
11:17:52.757687 133.5.33.111 > 224.2.172.238
    : igmp v2 report 224.2.172.238 [ttl 1]
```
グループから離脱（224.2.172.238 の最後のホスト）
```
11:24:11.136351 133.5.33.111 > 224.0.0.2
    : igmp leave 224.2.172.238 [ttl 1]
```
ルータが Leave に対する確認の Group Specific Query を送信
```
11:24:11.137234 133.5.33.65 > 224.2.172.238
    : igmp v2 query [intvl 10] [gaddr 224.2.172.238] [ttl 1]
```
再送
```
11:24:12.628155 133.5.33.65 > 224.2.172.238
    : igmp v2 query [intvl 10] [gaddr 224.2.172.238] [ttl 1]
```

11 まとめ

発表の時と大きな変化はなく、補足説明を加えた。また、ローカルネットワーク上に 2 つ以上のルータが存在する場合においてのルータの動きを追加した。この RFC ではローカルネットワーク上でのグループのメンバーシップの管理について、ホストが参加し離脱するまでの流れや、ホストとルータの状態遷移を用いて述べており、下位層に関しての記述はない。なお IGMP の新しいバージョンとして IGMPv3 が現在 Internet-draft で検討されている。