分散システム特論レポート
RFC 2131 Dynamic Host Configuration Protocol

情報工学専攻 程研究室 修士 1 年
栗栖 直士

1999 年 2 月 8 日

1　DHCP とは

DHCP は、ネットワークに接続されているホストに IP アドレス等の情報を提供するためのプロトコルである。DHCP はクライアント・サーバーモデルをとり、DHCP クライアントからの要求に対し、DHCP サーバーがネットワークの設定に必要な情報の提供を行う。

クライアントの観点から見れば、DHCP は BOOTP の拡張である。RFC1534 にあるように、DHCP サーバーは BOOTP クライアントの要求に答えるように設定することも可能であるし、DHCP クライアントが BOOTP サーバーからの応答を利用することも可能である。

DHCP と BOOTP には根本的に異なる点が 2 つある。1 つ目は、DHCP ではその名称が示す通り IP アドレスの「動的割り当て」が可能な点である。これにより、一度あるクライアントに割り当てたアドレスが不要になった場合、そのアドレスを再度別のクライアントに割り当てることが可能になる。2 つ目は、クライアントが動作するのに必要な全ての IP 設定を提供するための機構を提供している点である。

DHCP は UDP/IP を使用しており、サーバーは 67 番ポート、クライアントは 68 番ポートでデータを受け取る。

2　用語

DHCP クライアント
: DHCP を利用してネットワークアドレス等の設定を取得するホスト

DHCP サーバー
: DHCP クライアントに設定を提供するホスト

BOOTP リレーエージェント
: サーバー・クライアント間のやり取りを中継するホストやルーター

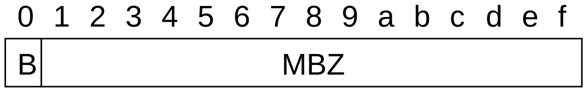
3　DHCP メッセージ

DHCP のクライアント・サーバー間でやり取りされるメッセージについて述べる。

3.1 メッセージの形式

DHCP のメッセージの形式を図 1 に示す。図の () 内の数字は、各フィールドのサイズが何オクテットかを表したものである。また、各フィールドの意味は以下の通りである。

図 1: DHCP メッセージの形式



B: BROADCAST フラグ。IP アドレスが割り当てられていない状態でユニキャストパケットを受け取ることの出来ないクライアントは、ここを 1 にセットすることでサーバーにそのことを伝える。

MBZ: MUST BE ZERO(将来のために予約されている)

図 2: flags フィールド

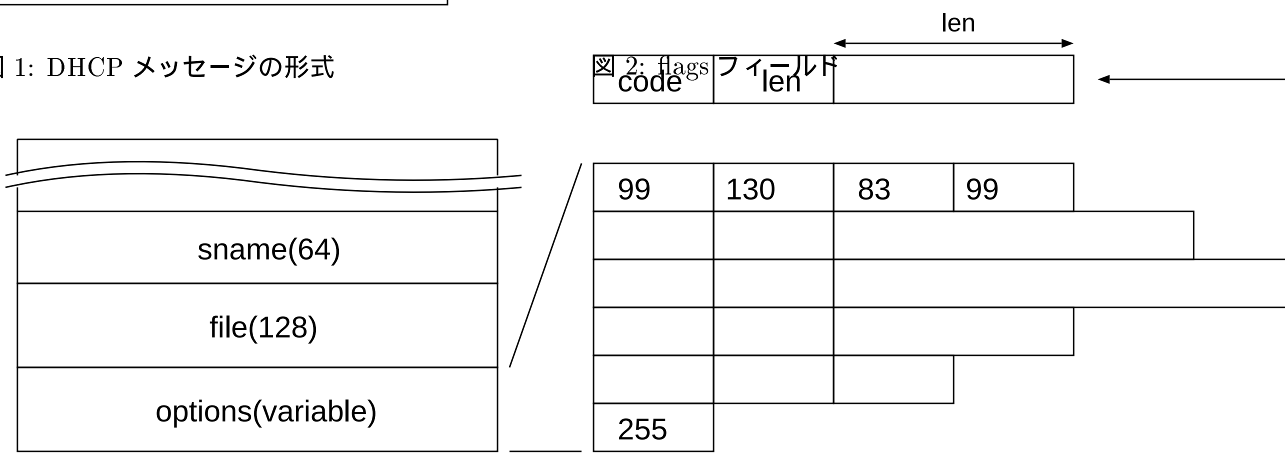


図 3: options フィールド

op	クライアントからのメッセージの場合は BOOTPREQUEST(=1) が、サーバーからのメッセージの場合は BOOTPREPLY(=2) がそれぞれ入る。
htype	ハードウェアアドレスの形式を示す。具体的な値は”Assigned Numbers” の RFC を参照 (10Mb ether 場合、値は 1)。
hlen	ハードウェアアドレス長 (10Mb ether 場合、値は 6)。
hops	クライアントが 0 にセットする。リレーエージェントによって使われる。
xid	トランザクション ID。クライアント・サーバー間のメッセージの対応を同定するためにクライアントがつけるランダムな数。
secs	クライアントが IP アドレスの更新を初めてからの経過秒数。クライアントが付ける。
flags	図 2 参照。
ciaddr	クライアントに割り当てられた IP アドレス。

yiaddr	サーバーがクライアントに割り当てようとする IP アドレス。
giaddr	リレーエージェントの IP アドレス。リレーエージェント経由でブートする際に使用される。
chaddr	クライアントのハードウェアアドレス。
sname	サーバーのホスト名。ヌルで終わる文字列で表される。必須ではない。
file	ブートファイル名。ヌルで終わる文字列で表される。必須ではない。
options	RFC2132 で定められた形式のオプションが入る。magic cokie (10 進で 99.130.83.99) で始まり End Option (255) で終わる。各オプションは、オプションの種類を表す CODE と含まれるデータの長さ、最後にデータが並んだ形式である。

DHCP は、BOOTP とほぼ同じ形式のメッセージを利用する。BOOTP のメッセージにおいて Vender Extentions と呼ばれていたフィールドは DHCP では Options フィールドと呼ばれる。このフィールドは BOOTP では固定長 (64 オクテット) であったが、DHCP では可変長になっている。Options フィールドについての詳細は RFC2132 に記載されている。

DHCP Message Type オプションは全ての DHCP のメッセージに含まれていなければならない。このオプションは DHCP のメッセージの種類を特定するものである。その他のオプションは DHCP Message Type により要・不要が決定される。

DHCP クライアントは、Options フィールドが 312 オクテットまでのメッセージを受け取ることが出来なくてはならない。これは、IP では 576 オクテットまでのパケットを受信できなければならないという規定によるものである。

3.2 メッセージの種類

DHCP Message Type オプションで指定される DHCP メッセージの種類とその意味は以下の通りである。全ての DHCP メッセージが DHCP Message Type オプションを含まなければならないのは、前節で述べた通りである。

DHCPDISCOVER	利用できるサーバーを探す
DHCPOFFER	クライアントにアドレスの提供を申し出る
DHCPREQUEST	アドレスの利用要求 (新規・延長)
DHCPACK	アドレスの利用許可 (時間 T だけ利用を許可する)
DHCPDECLINE	アドレス利用不能通知 (クライアントから)
DHCPNAK	アドレス利用不能通知 (サーバーから)
DHCPLEREASE	アドレスの解放
DHCPINFORM	情報のみ要求 (アドレスは不要)

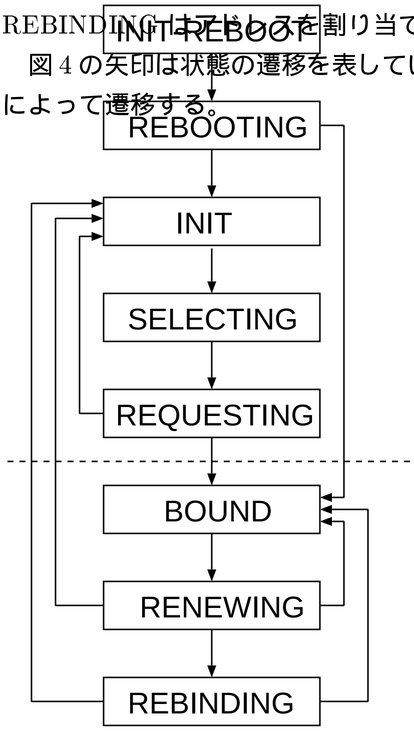
4 クライアント・サーバ間のやり取り

BOOTP においては、クライアントは一度サーバーから設定を受け取ると以降は何もする必要はなかった。しかし、DHCP では動的な IP アドレスの割り当てを実現するため、クライアントとサーバーの間のやり取りが BOOTP に比べて複雑になっている。

4.1　クライアントの状態

図 4 にクライアントの状態を示す。INIT-REBOOT, REBOOTING, INIT, SELECTING, REQUESTING の各状態はまだアドレスを割り当てられていない状態であり、BOUND, RENEWING, REBINDING はアドレスを割り当てられた状態である。

図 4 の矢印は状態の遷移を表している。クライアントの状態は、メッセージの送受や時間の経過によって遷移する。



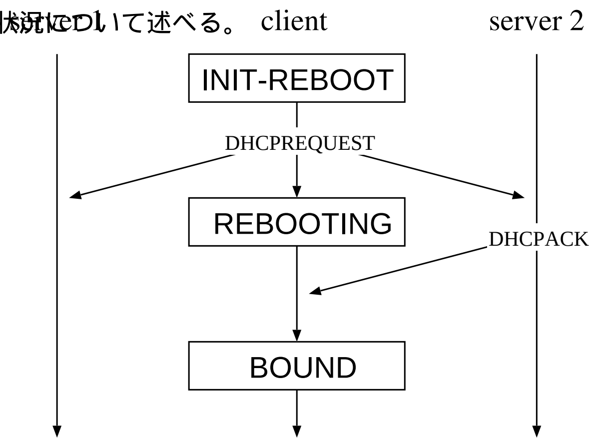
INIT-REBOOT	初期状態。以前利用していたアドレスを保持している場合。
REBOOTING	以前利用していたアドレスを要求している状態。
INIT	初期状態。アドレスを保持していない場合。
SELECTING	利用できるサーバーを見つけ (サーバーからの DHCPOFFER を収集) その中から実際に利用するサーバーを選択している状態。
REQUESTING	サーバーにアドレスの貸与を要求している状態。
BOUND	アドレスを割り当てられた状態。
RENEWING	現在使用しているサーバーにリースの延長を要求している状態。
REBINDING	サーバー (現在利用しているサーバー以外のサーバーを含む) にリースの延長を要求している状態。

図 4: クライアントの状態

クライアントの初期状態は INIT-REBOOT 状態か INIT 状態である。クライアントが (現在は利用していないが) 以前利用していたアドレスを保持している場合は INIT-REBOOT 状態から始まる。また、以前利用していたアドレスを保持していない場合、或は REBOOTING 状態においてアドレスの利用許可が得られなかった場合は INIT 状態から始まる。

4.2　実際のやり取り

クライアントとサーバーの間でやり取りについて、代表的な状況について述べる。

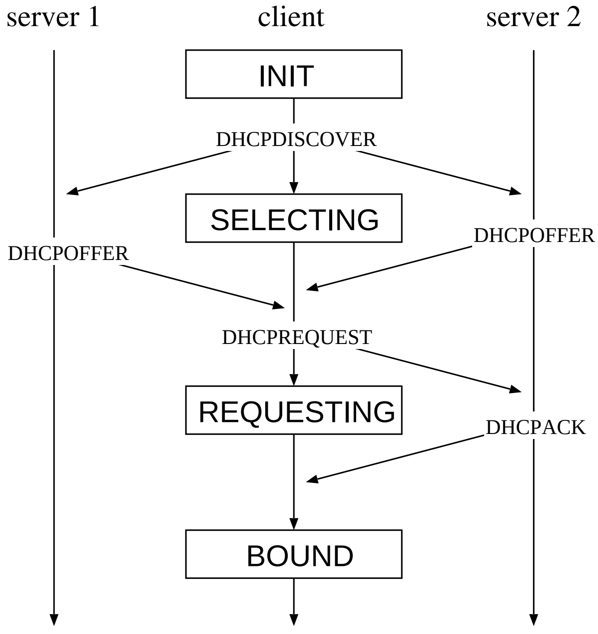


4.2.1　以前利用していたアドレスの再割り当て

クライアントが (現在は利用していないが) 以前利用していたアドレスを保持している場合は INIT-REBOOT 状態から始まる。この場合、クライアントは REBOOTING に移行し、サーバーにクライアントが保持していたアドレスの利用を要求する。要求したアドレスの利用許可が得られた場合は BOUND 状態に移行しそのアドレスを利用する。アドレスの利用許可が得られなかった場合は INIT 状態に移行する。

4.2.2　アドレスの新規割り当て

以前利用していたアドレスを保持していない場合、或はREBOOTING状態においてアドレスの利用許可が得られなかった場合はINIT状態から始まる。この場合、クライアントは利用できるサーバーを探すためにDHCPDISCOVERメッセージをブロードキャストしてSELECTING状態に移行する。SELECTING状態ではサーバーからのDHCPOFFERメッセージを収集し、その中からクライアントにとって都合のよい設定を提供するサーバーを一つ選択する。サーバーを選択したクライアントはそのサーバーにDHCPREQUESTメッセージを送りREQUESTING状態へと移行すし、サーバーにアドレスの利用を要求する。要求したアドレスの利用許可が得られた場合はBOUND状態に移行しそのアドレスを利用する。

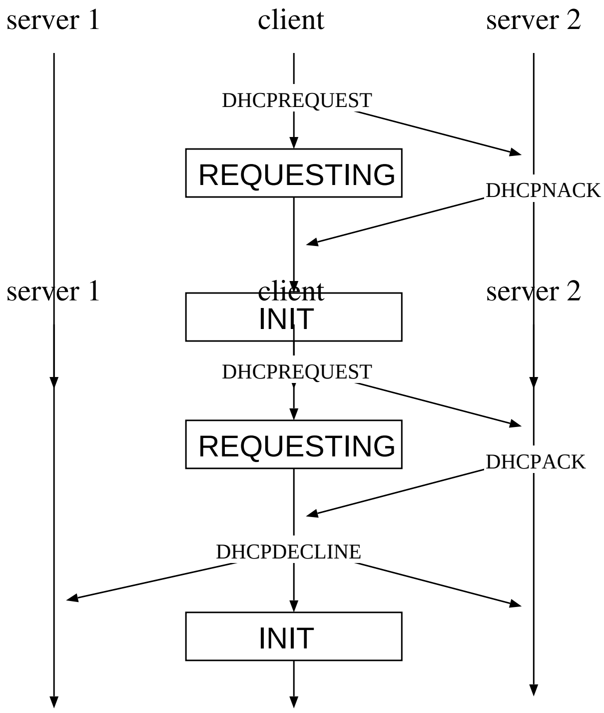


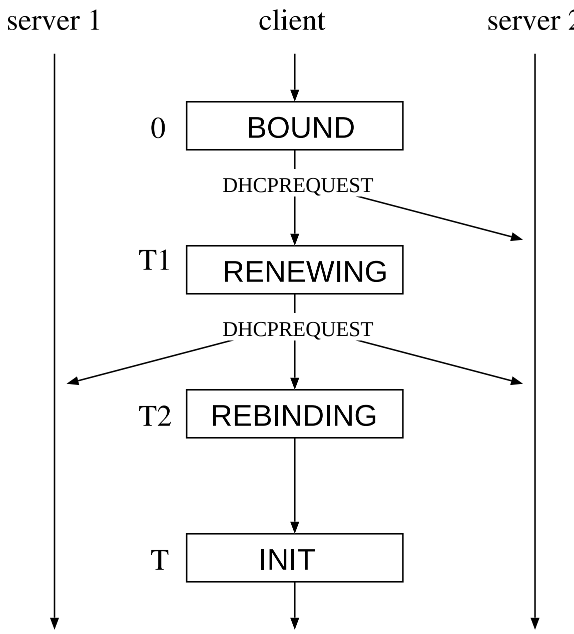
4.2.3　アドレス割り当ての失敗

これまでに説明した2つの例は、いずれもアドレスの割り当てに成功した場合である。しかし、実際にはアドレスの割り当てが失敗する場合もあり得る。このような状況には2種類ある。

一つめはクライアントがDHCPREQUESTメッセージによって要求したアドレスが利用できないことをサーバーがクライアントに通知する場合である(こクライアントにアドレスを割り当てる前にサーバーはICMP PINGを用いてそのアドレスを利用しているクライアントがいないことを確認する)。この場合、サーバーはDHCPNACKメッセージをクライアントに送る。

もう一つは、サーバーからDHCPACKメッセージによって割りあてられたアドレスが利用できないものであることをクライアントが検出する場合である(クライアントは、サーバーに割り当てられたアドレスを利用しているホストがいないことをarpを用いて確認する)。この場合、クライアントはDHCPDECLINEメッセージをブロードキャストする。





4.2.4　リースの延長

サーバーに割り当てられたアドレスはリース時間 T が過ぎると返却しなければならない。割り当てられたアドレスを利用し続けるにはリースの延長をする必要がある。

クライアントは BOUND 状態になってから時間 T1(デフォルトでは $\frac{1}{2}$T) が経過すると、リースを延長するためにアドレスを割り当ててもらったサーバに DHCPREQUEST を送り、RENEWING 状態に移行する。ここでサーバーから DHCPACK を受け取ることが出来れば BOUND 状態に移行し、また時間 T の間そのアドレスを利用することができる。

RENEWING 状態のクライアントが DHCPACK メッセージを受け取ることができずに (BOUND 状態に入ってから) 時間 T2(デフォルトでは $\frac{5}{8}$T) が経過すると、クライアントは DHCPREQUEST をブロードキャストする。ここでも DHCPACK を受け取ることが出来れば BOUND 状態に移行する。

時間 T が経過しても DHCPACK を受け取ることができなかった場合は、クライアントは利用していたアドレスを解放し、INIT 状態へと移行する。

4.2.5　アドレスの返却

クライアントがアドレスを必要としなくなった場合は、DHCPRELEASE メッセージを自分にアドレスを割り当てたサーバーに送り、DHCP クライアントは終了する。

4.2.6　アドレス以外の方法のみの要求

クライアントがアドレスを何らかの方法で既に取得しているが、DHCP サーバーからアドレス以外の情報を得たいという場合は DHCPINFORM メッセージを送る。利用できるサーバーがわかっている場合はメッセージを直接送っても構わないし、わからなければブロードキャストしてもよい。

DHCPINFORM メッセージはクライアントの状態遷移に無関係である。