

シンクライアントにおける P2P を用いたネットワークブートの高速化

小河賢太郎ⁱ 青山誠一ⁱⁱ 早川栄一ⁱ

拓殖大学 工学部 情報工学科ⁱ 拓殖大学大学院 工学研究科 電子情報工学専攻ⁱⁱ

1 はじめに

近年、シンクライアントはセキュリティ対策に効果的であるとして、企業、政府、教育機関を中心に広く導入されている。

シンクライアントはクライアントへ最小限の機能しか持たせず、サーバ側で資源を管理するシステムの総称である。

シンクライアントにおけるシステムアーキテクチャの一つに、ネットワークブート方式がある。この方式ではクライアントはサーバから OS を受け取り起動する。しかし、一斉に多くのクライアントを起動しようとした場合に、クライアントの起動に時間がかかるという問題がある。

この問題に関連する研究として、HTTP-FUSE-KNOPPIX と P2P 技術を用いたモバイルシンクライアントの実現に関する研究^[1]が挙げられる。しかし、モバイルやキャッシュサーバを用いた限られた環境での実現であり、汎用性が低い。

そこで本研究では、シンクライアントにおけるネットワークブート方式の高速化に関する検討を行う。

2 方針

ネットワークブートではサーバへネットワーク負荷が集中するため、ネットワーク全体における負荷が偏ってしまう。

この問題を解決するために P2P 型システムを利用する。クライアントはサーバから P2P 型システムのプログラムを受け取り、そのプログラムを利用して OS を受け取る。各クライアントの余っているネットワーク帯域を利用することで、ネットワーク負荷をネットワーク全体に分散する。

3 設計

3.1 全体構成

ネットワークブート方式では一般的に Unix 系の OS が利用されることが多い。そこで、このシステムでは Linux を基とする。

また、ネットワーク負荷の原因と考えられるルートファイルシステムの転送を P2P 型システムで行う。

P2P 型システムを利用したネットワークブート方式を実現するための構成を次に示す。

(1) ブートプログラム

P2P 型システムの機能を持たせる。また、カーネルと初期 RAM ディスクで構成し、ネットワークブート用の規格である PXE を利用して転送する。

(2) ルートファイルシステム

ルートファイルシステムを P2P 型システムで転送し、それを用いて OS を起動する。

3.2 ブートプログラム

(1) 初期 RAM ディスク

P2P 型システムを利用してルートファイルシステムをネットワーク上から取得し、マウントするよう起動スクリプトをカスタマイズする。これを実現するために初期 RAM ディスクのファイルシステムに P2P 型システムを組み込む。このように初期 RAM ディスクのファイルシステムを利用することにより転送量を抑えることができる。

(2) P2P 型システム

転送プロトコルには BitTorrent^[2]を用いる。このプロトコルのアルゴリズムは、ファイルを要求するクライアント全体に効率よくファイルを行き渡らせることに焦点を当てている。そのため大容量のルートファイルシステムを一斉にクライアントに対して転送するのに適している。

3.3 ルートファイルシステム

P2P 型システムの転送効率を上げるために、圧縮ファイルシステムである squashfs^[3]を利用し、ルートファイルシステム全体を一つのファイルとする。圧縮することにより転送容量の削減も見込める。このファイルシステムは読み取り専用であるため、そのままでは OS として利用できないが、unionfs^[4]を利用した仮想的な書き込みを行うことで解決する。これにより容易にルートファイルシステムを作り替えることができる。

システムの構成図を図 1 に示す。システムは次の手順で起動する。

- (i) サーバからクライアントへブートプログラムを転送する。転送には PXE を利用する。
- (ii) クライアントはブートプログラムであるカーネルと初期 RAM ディスクを用いて、起動スクリプトを実行する。起動スクリプトに従い、P2P 型システムを利用してルートファイルシステムを要求する。
- (iii) クライアントはサーバや他のクライアントからルートファイルシステムの断片を受け取ることで、ルートファイルシステム全体を受け取る。最後に、起動スクリプトに従い OS を起動する。

Improvement of Network Boot Time Performance in Thin Clients

Kentaro Ogawa, Seiichi Aoyama and Eiichi Hayakawa
Faculty of Engineering, Takushoku University

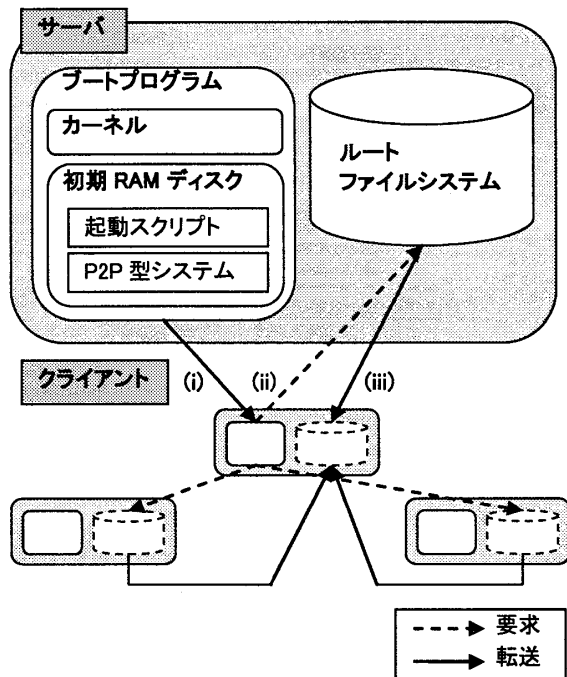


図1 システムの構成図

4 実現

4.1 ブートプログラム

(1) カーネル

現在、Linuxにおける最新のカーネルであるLinux Kernel 2.6を利用した。

(2) 初期RAMディスク

LiveCDやNFSを利用したブートの機能を持つUbuntu7.10の初期RAMディスクを基とした。

組み込むP2P型システムにはBitTorrentのクライアントの一つであるrTorrent 0.7.4を利用した。このクライアントを組み込んだことにより初期RAMディスクの容量は7381KBから9855KBに増加した。

また、起動スクリプトではルートファイルシステムをrTorrentで取得し、それをマウント、起動するようにした。

4.2 ルートファイルシステム

squashfsを利用することで、ルートファイルシステムの容量を1735MBから682MBまで圧縮し、約2/5程度まで転送量を削減した。

5 評価

5.1 評価環境

スターバス型のネットワーク上に、サーバ1台に対してクライアントが8台で構成される。サーバの構成はCPUがCore2の2.13GHzでメモリは4GB、HDDはRAID1である。クライアントの構成はCPUが3GHz、メモリは1GBである。互いのマシンは100BASE-TXを用いて接続されている。

5.2 実測値

上述の評価環境において、本システムのクライアント

起動時におけるルートファイルシステムの転送時間を測定した。rTorrentを利用した転送とwgetを利用した転送について、起動するクライアントの台数ごとに平均転送時間を測定した。測定結果をグラフにしたものを図2に示す。

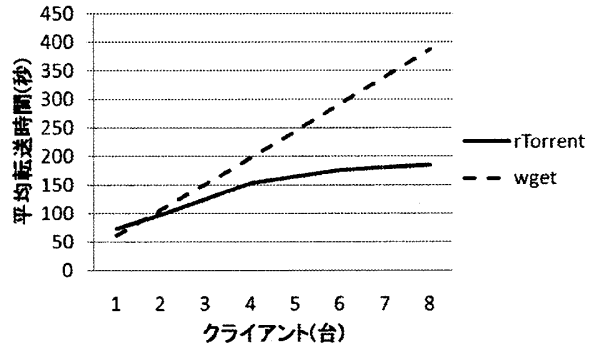


図2 平均転送時間の比較

5.3 考察

本システムはこの評価環境において起動するクライアントが2台以上の場合にwgetよりもrTorrentの方が高速であり、台数が増えるにつれてwgetとrTorrentの平均転送時間の差は大きくなっている。これにより、初期RAMディスクにP2P型システムを用いることで、一斉にクライアントを起動する際の高速化を実現した。

ルートファイルシステムにsquashfsを用いたことで容量が1053MB削減され、起動時間を短くすることができた。また、初期RAMディスクの容量が2474KB増加したが、ルートファイルシステムの容量と比較すれば小さく、起動時間への影響はほとんどない。

この結果より本システムはこの評価環境において有効であるといえる。

さらに、本システムを高速化する方針として、ルートファイルシステムを起動に必要な部分とその他の部分に分け、起動に必要な部分を先に転送し、ユーザがログインなどの入力を行っている間に並行してその他の部分を転送する方法が挙げられる。

6 おわりに

本資料ではシンクライアントにおけるP2Pを用いたネットワークブートの高速化について述べた。現在、P2P型システムを利用したネットワークブートは実現し、シンクライアントとして動作している。

本システムをより高速化することが今後の課題として挙げられる。

参考文献

- [1] 金井遵, 須崎有康, 八木豊志樹, 並木美太郎: HTTP-FUSE-cloopによるP2Pモバイルシンクライアントシステム(分散ファイル・システム), 情報処理学会研究報告, 2007-OS-105, Vol.2007, No.36, pp.155-162(2007).
- [2] BitTorrent.org
<http://www.bittorrent.org/>
- [3] SQUASHFS - A squashed read-only filesystem for Linux
<http://squashfs.sourceforge.net/>
- [4] A Stackable Unification File System
<http://www.filesystems.org/project-unionfs.html>