

M-099

P2P 技術を利用したシームレスサービスプラットフォームの実現 Seamless Service platform using P2P Technology

高杉 耕一 中村 元紀†
Koichi Takasugi Motonori Nakamura

1. はじめに

ユビキタスネットワーク環境ではネットワークは動的に形成されるため、サービスを要求する際、そのサービスを提供する通信相手を動的に発見する必要がある。つまり、静的に通信相手を決定してもその端末がネットワークに接続されているとは限らないし、効率よくサービスを提供できる別の端末が存在する可能性もある。また、状況は時間とともに刻々と変化するため、通信相手端末は動的かつ自由に変更することが要求される(サーバサービスの移動)。

また、通信を要求する端末側もユーザの状況によって、動的に変化する(クライアントサービスの移動)。そこで、通信相手端末を動的に発見できる P2P 技術と、通信中に端末、通信手段を自由に変更しても通信を継続できるシームレスサービスプラットフォームを連携させることにより、常に適切な通信相手と適切な通信手段で接続(通信経路評価、経路変更)し、サービスを継続させることが可能となる。本稿では上記の技術と実装による動作実験の様子を報告する。

2. 要求される機能

要求される機能を以下にまとめる。

- (1) 接続元アプリケーションの変更 (クライアントサービスの移動)
- (2) 接続先アプリケーションの変更 (サーバサービスの移動)
- (3) サービス発見とその結果から得られる通信経路の評価とそれに基づく動的な経路変更

3. 提案方式

3.1 シームレスサービスプラットフォーム

シームレスサービスプラットフォーム[1]の構成を図 1 に示す。各端末にはシームレスプロキシ(S-proxy)が配置され、従来のトランスポート層でつくられるネットワークの上にオーバーレイする仮想ネットワークを構成している。アプリケーション間で行われているデータの送受信は複数の S-proxy によって中継される。

S-proxy は送受信するデータを蓄積転送するので、S-proxy 間の通信が切断された場合は他の複数の通信手段から利用可能なものを選択し、再接続、再開できる。例えば S-proxy 間が有線 LAN での接続から無線 LAN での接続に移行する。また、データを中継する S-proxy の経路を変更すると、ネットワークトポロジーの変化により不必要に中継ホップ数が多くなった経路をより短い経路に変更できる。

さらに、S-proxy は中継するデータを解析したり、アプリケーションに問い合わせたりすることでアプリケーションの状態やプロトコルの通信状態を把握する。そして、他の S-proxy にその状態を転送し、経路を状態が転送された S-proxy に変更する。このように、アプリケーションを他

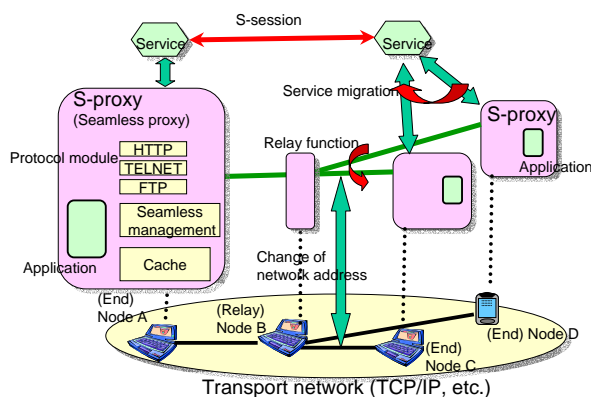


図 1 シームレスサービスプラットフォーム

の端末のアプリケーションに変更してもサービスを連続的に継続できる。例えば図 1 ではノード C の S-proxy にノード D の S-proxy の状態を転送することにより、ノード A とノード D のアプリケーション間で行われていた通信をノード A とノード C に切り替える。この際、ユーザから見たサービス(クライアント、サーバサービス)は連続している。(要求機能 1,2)

3.2 サービスのシャドウ化

動的なネットワーク環境では、サービスを提供している端末も、ネットワークから切断される可能性がある。また、ネットワークが動的に変化した場合、サービス提供端末までの経路が長くなり十分な帯域が確保できない可能性がある。

そこで、予めサービスの複製(シャドウ)を各端末に分散配置する[2]。これは、動画等のコンテンツ配信サービスであれば、データを複製することで容易に実現できる。もしサービス中にサービスを提供している端末を使い続けることが不適切になった場合、サービスの複製を持っている別の端末に変更することで、サービスを継続することができる。サービスの複製は、S-proxy が中継している通信データから自律的に蓄積するか、複製元の S-proxy からの指示により作成することができる。(要求機能 2)

3.3 サービスの発見

サービスの複製を発見するため、P2P プラットフォームである JXTA を利用する。サービス名と S-proxy の対応関係は JXTA の機能を用いてネットワークに広告される。各 S-proxy はこの広告を受け取ることにより、このサービスに対応する末端の S-proxy を知る。(要求機能 3)

3.4 ルーチング機能

適切なサービスや接続方法を決定するにはそのサービスに至るまでの経路を評価する必要がある。そこで、各端末のネットワークインタフェース等にコスト値を設定する。3.3 で得た末端の S-proxy へのすべての経路のうちコスト値が最小なものを、経路として決定する[3]。サービス開始時に適切な S-proxy の経路を構築し、動的なネットワークの変化やユーザの要求の変化が発生した場合、それらを認識して、経路を再構築する。コスト値は S-proxy の負荷やネ

† 日本電信電話(株) NTT 未来ねっと研究所, NTT Network Innovation Laboratories, NTT Corporation

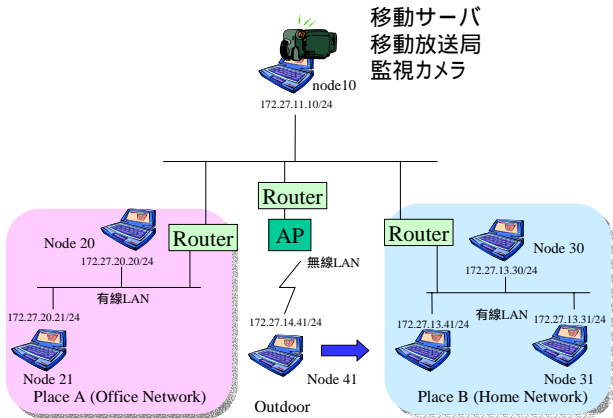


図 2 実験における端末構成

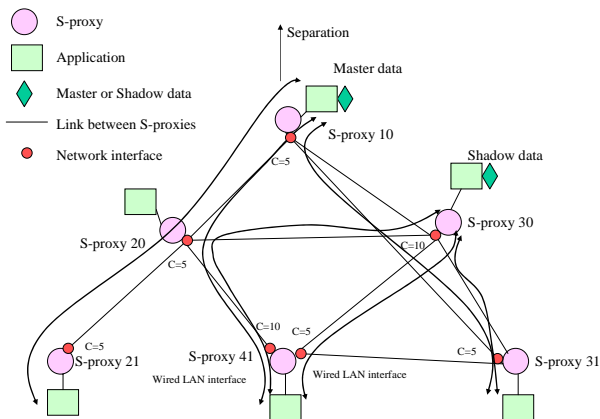


図 3 動作

ネットワークへの接続の安定性等を反映して決定する。(要求機能 3)

4. 実証実験

S-proxy を Java で実装し、JXTA とともに Linux (Red Hat 9) 端末上で動作させた。図 2 に実証実験の構成を示す。計 4 つのサブネットに計 6 台の端末を配置した。S-proxy はユニークな ID で識別され各端末で一つ動作させた。S-proxy の配置と実証実験の動作を図 3 に示す。予め S-proxy の GUI 等を利用し、下記の設定を行った。

- 図 3 実線のように S-proxy 間の関係(リンク)をつくる。(同一サブネット内は Broadcast により自動的に構築)
 - 各インターフェースのコストを 5 とする。ただし、S-proxy 30 のインタフェースコストは 10、S-proxy 41 の無線インターフェースのコストは 10 とする。
 - MPEG1 映像を HTTP により配信するため、S-proxy 10, 30 に Web サーバをサーバアプリケーションとして動作させ、S-proxy 10 に映像ファイル baby.mpg をおき、S-proxy 30 にそのシャドウを生成する。サービス名は複製元端末におけるコンテンツの URL (<http://172.27.11.10/baby.mpg>)となる。
 - Node 21, 41, 31 に MPEG 観賞用のクライアントアプリケーションとして、MpegTV^{*1} をインストールし、その実行パスを各 S-proxy に登録する。
 - S-proxy 41 の有線 LAN ケーブルははずしておく。
- 実証実験で行った各動作を以下に示す。

S-proxy 21 で動作している MpegTV からサービス名



図 4 動作状況 (→)

(<http://172.27.11.10/baby.mpg>)でコンテンツの提供サービスを要求し、S-proxy 10 の配信サーバから映像配信を受ける。(総コスト 20 vs. 総コスト 25 で S-proxy 10 を選択)

ユーザの指示により S-proxy 41 のクライアントアプリケーションに変更する。(要求機能 1, 総コスト 25, 図 4)

S-proxy 10 がネットワークから切断される。S-proxy 30 の配信サーバに切り替わり、シャドウデータを用いて映像配信を受ける。(要求機能 2, 総コスト 30)

Node 41 の有線の LAN ケーブルを接続する。その結果、無線 LAN から有線 LAN に切替わる。(総コスト 30 15)

ユーザの指示により S-proxy 31 のクライアントアプリケーションに変更する。(要求機能 1)

S-proxy 10 がネットワークに再接続すると、サービス広告が配信され、コスト的に有利な S-proxy 10 に配送サーバを切り替える。(要求機能 2, 総コスト 15 10)

このように、で要求機能 1、で要求機能 2、～までの動作でサービス発見、コスト計算、経路変更を確認し、要求機能 3 の動作を確認した。また、～までの変更が十分短い時間で実現できることを確認した。例えばからへの変更の場合でもプロキシ間の切替処理は 2 秒程度で完了する。

5. まとめ

P2P のサービス発見技術とシームレスサービスプラットフォームを連携させることにより、常に適切な通信相手と適切な通信手段を選択、接続変更を行い、サービスを継続させることシステムを提案した。また、動画配信を対象とした実証実験により、その動作を確認した。今後、スケラビリティを確保する方式を検討し、規模を拡大して展開していく。

参考文献

- [1] Takasugi, Nakamura, Tanaka, Kubota, "Seamless Service Platform for Following a User's Movement in a Dynamic Network Environment," IEEE PerCom2003, pp. 71-78, Fort Worth, USA, (3-2003).
- [2] 高杉, 中村, "動的ネットワークにおけるシームレスなサーバサービス端末の変更", FIT2002, M-89, (9-2002).
- [3] 高杉, 中村, 久保田, "動的ネットワークにおける最適経路及びサーバサービスの選択とシームレスな切替方法," 情報処理学会研究報告, MBL-24-29, pp. 207-213, (3-2003).

*1 <http://www.mpegTV.com/>