

ユビキタスリソース環境における SIP を利用した リソース選択・切替機構の実装と評価

今井 尚樹 磯村 学 堀内 浩規

(株) KDDI 研究所

1. はじめに

ユビキタス環境では、端末やネットワーク、アプリケーションなどのリソースが多様化・遍在化すると予想されるため、ユーザ環境に応じたリソースの適切な選択や動的な切替えを実現する機構が要求される。

例えば、ユーザ A とユーザ B が通話をする場合、双方のユーザ環境を考慮することで、屋外であれば携帯端末による音声通話、家にいれば PC によるテレビ電話など、その場により適したサービスを利用することが可能となる。また、移動などによりユーザ環境が変化した際には、アプリケーションを実行する端末やアプリケーション自身を動的に切替えることで、柔軟かつシームレスなサービスが実現可能となる。

筆者らはこれまで、ユビキタス環境におけるリアルタイムアプリケーションを対象として、サービス開始・切替機構を検討してきた[1]。本稿では本機構の実装とその性能評価を示す。

2. 要求項目とアプローチ

2.1. 要求項目

1. で述べたサービスイメージ実現のための要求項目を以下に示す。

[要求 1] 相手ユーザと容易に接続できること

リソースが多様化すると、利用可能なサービスが状況に応じて変化することになる。このような状況下においても、相手ユーザと容易に接続可能な機構が要求される。

[要求 2] サービス選択時に双方のユーザ環境を考慮できること

通信リソースの多様性・遍在性に適応することが可能なサービスを実現するためには、サービス開始やサービス切替えを行う際に、双方のユーザ環境を考慮してサービスを構成するリソースを選択できる機構が要求される。

[要求 3] 端末やアプリケーションを柔軟に切替えられること

ユーザ環境が動的に変化する中で、端末やアプリケーションを現在使用中のものからより適切なものへと、サービスを維持したまま切替え可能な機構が要求される。

2.2. アプローチ

2.1. で述べた要求項目を満たすためには、各端末上に共通の処理を行うコンポーネントを導入する必要がある。その一方で、ユーザが使用する端末は PDA のように低機能な端末から PC のように高機能な端末まで様々であり、端末上で動作する OS も各種存在する。したがって、共通コンポーネントのベースとなるプロトコルは、動作時に端末への負荷が低く、かつ様々なプラットフォームへの移植が容易であるものが望ましい。そこで本機構では、テキストベースの軽量なプロトコルである HTTP にもとづく SIP (Session Initiation Protocol) [2] を利用する。SIP は IETF で標準化が進められているプロトコルであるため、各種 OS 上でスタックが実装され、IP 電話などのサービスでも広範囲に利用されている。

要求 1, 2 を満たすために、2 段階のサービスイニシエーション機構を導入する。発信側ユーザは最初に、SIP を利用して着信側ユーザのいずれかの端末と擬似的なセッションを確立する (第 1 段階)。この時点では通話アプリケーションは実行されない。接続される着信側端末としては、ユーザの身近に存在する端末が望ましい。本機構ではユーザは常に携帯端末を持ち歩くと想定し、その端末のみを SIP サーバに登録する。すなわち、他の端末を登録する必要がないため、端末登録パケットに起因するネットワークへの負荷や SIP サーバへの負荷を軽減することが期待される。

次に、SIP の INFO メソッドを用いて実行を希望するサービスリストを交換して決定する (ユーザ間サービスネゴシエーション) (第 2 段階)。ここで SIP に対して新たに機能を追加する必要はない。なお、これらの動作を行うにあたり、発信を行う端末は各ユーザ周辺のリソース情報を取得する必要がある。

また、要求 3 を満たすためには、自端末群内においてアプリケーションの起動命令、ステータス情報やセッション情報の送受信を行うためのメッセージ交換が必要となる。

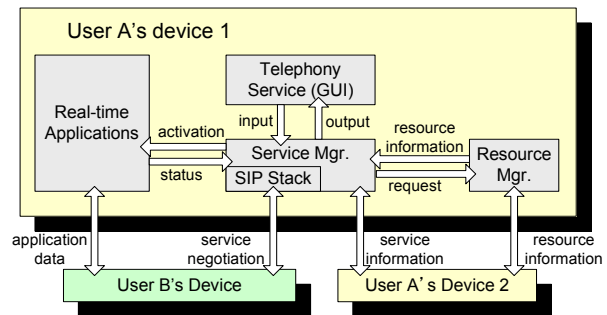


Figure 1: Function component

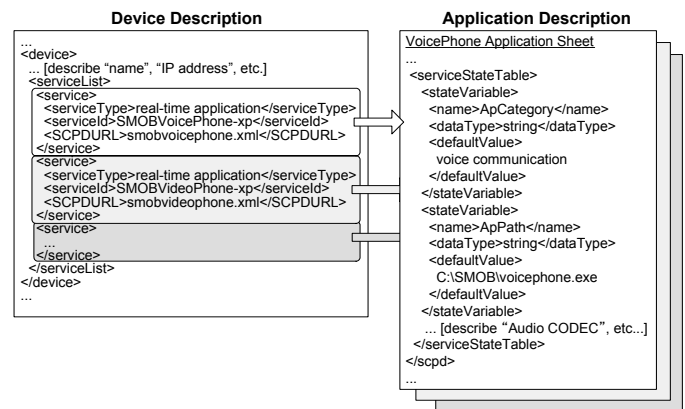


Figure 2: Device and application description

3. 実装の概要

図 1 に機能構成図を示す。端末上には、サービスマネージャ、リソースマネージャ、SIP スタック、テレフォニーサービス (GUI)、リアルタイムアプリケーション (テレビ電話、音声通話、チャット) が存在する。

3.1. リソース情報の管理

各端末のリソース情報は、それぞれの端末上におけるリソースマネージャ内でローカルに管理されると同時に、必要に応じて自端末群内にて交換される。ここで、端末が管理する情報としては端末情報とアプリケーション情報の 2 種類に分類され、これらの情報はいずれも XML によって記述されたテキストファイルとして、図 2 に示すように階層的に管理されている。

端末情報ファイルには、端末固有の情報と端末上で利用可能なアプリケーションリストが記述されている。端末固有の情報としては、端末名や端末の種類 (『PDA』、『デスクトップ PC』など)、IP アドレス等が記載されているが、必要に応じてタグを定義することにより、管理する情報を追加することが可能である。アプリケーションリストには、アプリケーションの分類、アプリケーションの識別子、アプリケーション情報ファイル名などが含まれる。本稿において、アプリケーションの分類はリアルタイム通信のみとしている。

アプリケーションファイルには、アプリケーションの種類、起動プログラムのパス、起動時に利用される引数、コーデックなどの情報が含まれる。

3.2. サービスイニシエーション

図 3 にサービス全体の簡易シーケンスを示す。2 段階のサービスイニシエーションを実現するため、ユーザが常に保持する携帯端末のみが、ネットワーク内の SIP プロキシへ登録動作を行う (図 3

Implementation and Evaluation of the Resource Selection and Handoff Mechanism Using SIP in Ubiquitous Resources Environment

Naoki IMAI, Manabu ISOMURA, and Hiroki HORIUCHI
KDDI R&D Laboratories Inc.

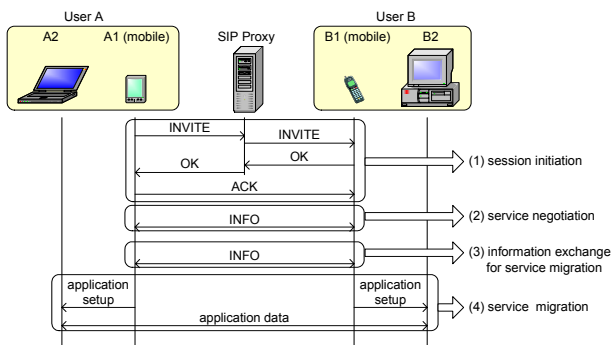


Figure 3: Sequence

における User A の端末 A1 と User B の端末 B1)。一方で、発信は任意の端末から可能である。例えば、発信者(ユーザ A)がテレフォニーサービス上の GUI を用いて発信動作を行うと、SIP の手順にしたがって発信動作が開始される。そして、着信者(ユーザ B)が着信した時点で擬似的なセッションが開始される(図 3(1))。なお、この時点では通信アプリケーションは起動されないで、SIP の INVITE における SDP(Session Description Protocol)には何も記述しない。

3.3. ユーザ間サービスネゴシエーション

サービス開始時と切替え時において、利用するアプリケーションはユーザ間でのネゴシエーションにより決定される。サービス開始時には発信者からネゴシエーションを開始するが、サービス切替え時にはいずれのユーザから開始してもよい。なお、サービス開始時と切替え時で、ネゴシエーションの手順は同一である(図 3(2))。

ネゴシエーションを開始するユーザは、はじめに、利用を希望するサービスの候補リストを作成する。周辺端末を含む利用可能なリソース情報はリソースマネージャにより自動的に収集された後、テレフォニーサービスに通知され、ここでユーザによる候補リストの作成が行われる。テレフォニーサービスにはユーザの嗜好が登録可能であり、通知されたリソース情報はこれにしたがって順序付けされ、ユーザに提示される。提示されたリスト上でユーザが項目の削除や順序変更を行うことで、候補リストは完成する。

作成された候補リストは SIP の INFO メソッドを用いて送信される。これを受信したユーザのテレフォニーサービスは、利用可能なリソース情報と照合してユーザにリストを提示する。ここでユーザは 2 つの行動が選択可能である。1 つはリスト上から希望するサービスを選ぶことである。選ばれたサービスは INFO メソッドにより返送されネゴシエーションは完了する。あるいは、受信した候補リストに希望するサービスが存在しない場合、周辺リソース情報を元に候補リストを作成し直すことも可能である。その場合には、上述した手法と同様のやり方で候補リストの作成を行う。

ネゴシエーションを開始した側のユーザが候補リストを受信した場合には、これ以上のネゴシエーションの継続を回避するため、リストからサービスを選択することのみ可能とする。また、希望するサービスや利用可能なサービスが存在しない場合、セッションは切断される。

3.4. サービス切替え

ネゴシエーション完了後、アプリケーションを実行するために必要な IP アドレスやポート番号などの情報が交換される(図 3(3))。これにもとづいて実行するアプリケーションの起動を行い、データの送受信を開始する(図 3(4))。

4. 実験による性能評価

4.1. 実験環境

図 4 にネットワーク構成を示す。各端末の OS として、PC 上では Windows XP を、PDA 上では Windows Mobile 2003 software for Pocket PC を利用している。PC は有線 LAN(100Base-TX)で、PDA は無線 LAN(IEEE 802.11b)でネットワークに接続されている。各ユーザが存在するサブネット上には、携帯端末の登録や発信を支援するための SIP プロキシが存在する。PC 上ではテレビ電話、音声通話、チャットが、PDA 上では音声通話、チャットが利用可能である。

4.2. 実験シナリオと性能評価

本測定では、以下の 2 つのシナリオに沿って端末、アプリケーションの切替えを行った。

[シナリオ 1] PC 上でテレビ電話をしている状態から、ユーザ A、B とともに PDA 上で音声通話に同時に切替える。

[シナリオ 2] PC 上でテレビ電話をしている状態から、ユーザ A は

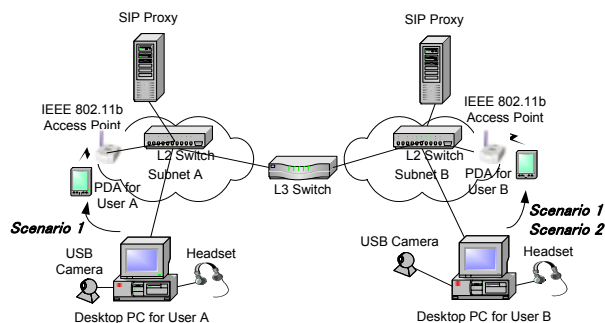


Figure 4: Testbed network

Table 1: Elapsed time at each measurement point

	Service negotiation	Information exchange	Service migration
Scenario 1	90 ms	155 ms	518 ms
Scenario 2	88 ms	156 ms	480 ms

PDA へ、ユーザ B は PC のまま音声通話に切替える。

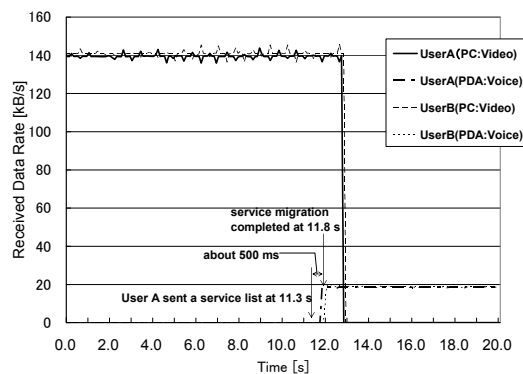


Figure 5: Received data rate during service migration

それぞれのシナリオに対して、サービスネゴシエーション、サービス切替えのための情報のやりとり、サービス切替えまでに要した時間を測定した。なお、測定は 10 回行い、その平均値を算出した。また、通常の動作では候補リストを受信したユーザは希望するアプリケーションを手動で選択するが、本測定ではこの部分を自動化している。

表 1 に測定結果を示す。本表では、ユーザ A がサービス候補リストを送信後、各シーケンスが完了するまでの総経過時間を示している。表において、ネゴシエーション完了と切替えのための情報交換完了までにかかった時間は、2 つのシナリオでほぼ等しかった。これは、いずれのシナリオでも同様の動作を行うためと言える。一方、切替え完了までの時間を比較すると、シナリオ 2 の方が 38 ms 短くなった。これは、シナリオ 2 においてユーザ A 側で端末を切替えないので、端末間でのメッセージ交換が一部不要となるためと言える。

図 5 に、シナリオ 1 において両ユーザがデータパケットを受信する様子を示す。横軸は経過時間を、縦軸はアプリケーションごとの受信データ量を表している。本グラフにおいては 11.3 秒の時点でユーザ A が候補リストの送信を開始し、11.8 秒の時点で切替えが完了している。シナリオ 2 においても図 5 と同様の傾向を示す結果が得られた。

実験で使用した音声通話アプリケーションは立ち上げに約 200ms かかるため、この時間を短縮することで、切替え時間もさらに短縮されると予想される。また、切替えがアプリケーションレベルでシームレスに行われていることが確認された。

5. おわりに

本稿では、SIP を利用した適切なりソースの選択、切替え機構の実装と性能評価を行った。最後に、日頃ご指導頂く(株)KDDI 研究所浅見所長および和田執行役員に感謝する。

参考文献

- [1]今井, 磯村, 堀内, "ネットワークリソースの多様化を考慮したサービス設定・切替え機構", 信学総大, 2003.
- [2]J. Rosenberg, et al. "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC3261.