

## PrinterSurf : プリンタ共有システムにおけるクラウド化の検討

吉田忍<sup>†1</sup> 西岡大<sup>†1</sup> 齊藤義仰<sup>†1</sup> 村山優子<sup>†1</sup>

我々はこれまで、モバイル環境下であってもプリンタを容易に利用できるユビキタス印刷サービス PrinterSurf の実装を行ってきた。先行研究[1]では、ドライバの有無にかかわらずネットワーク経由で小型端末からの印刷を実現した。しかし、P2P を用いて実装しているシステムの運用実験において、P2P を使用することに対して情報漏洩の不安やデータの送信経路の不透明性等から使用をためらうケースが存在した。また、JAVA で実装を行ったため、利用するためには JAVA VM がインストールされている必要があり、新規にインストールが必要となる場合があった。この問題を解決するため、システムをクライアントサーバ型で再構築し、Webブラウザからの利用とした。しかし、サーバに負荷が集中してしまうという問題があった。本稿では、Webサーバやデータベースの処理を分散し、負荷を軽減するために、サーバのクラウド化を検討する。

### PrinterSurf : A Study of Cloud Computing for Printer Sharing System

SHINOBU YOSHIDA<sup>†1</sup> DAI NISHIOKA<sup>†1</sup> YOSHIA SAITO<sup>†1</sup> YUKO MURAYAMA<sup>†1</sup>

#### 1. はじめに

近年、情報機器の小型化が進み、持ち運びが容易となった。また、ホットスポットの拡大やモバイルルータの登場によって、インターネットへ接続できる範囲が飛躍的に広がったと言える。これらの事により、モバイル環境下でも家や職場などで行う資料の作成や編集、情報収集等の日常的な作業を、場所を選ばずに行うことが可能になった。小型端末にはキーボード、ポインティングデバイス、光学式ドライブ等、様々なデバイスが搭載されている。しかし、プリンタは比較的大型のデバイスであるため、小型端末に搭載される事は稀である。持ち運べたとしても、印刷作業にはプリンタだけでなく、紙やインクといった消耗品も必要になる。また、利用する前提としてドライバのインストールや設定などの作業が必要であり、常時環境が変化するモバイル環境下においては利用が困難である。

我々はこれまで、モバイル環境下であってもプリンタを容易に利用できるユビキタス印刷サービス PrinterSurf の実装を行ってきた。PrinterSurf システムはプリンタ提供者とプリンタ利用者によって成り立っている。プリンタ提供者がデバイスや消耗品の提供とドライバのインストールや設定を肩代わりする事により、利用者はネットワークに接続するだけで印刷サービスが利用可能となる。先行研究[1]では、

P2P 型のネットワークで PrinterSurf の実装、運用と評価を行った。運用評価のユーザアンケートにおいて、「システムが便利である」、「今後も使ってみよう」という意見が過半数であったことから、モバイル環境下での印刷サービスにはニーズが存在し、PrinterSurf はその解決手段として有効であるといえる。

しかし、P2P を使用することに対して情報漏洩の不安やデータの送信経路の不透明性等から使用をためらうケースも存在した。また、システムを JAVA で実装したため、PrinterSurf を利用するには、PC に JAVA を使用するための VM をインストールしなければならないという問題が存在した。

この問題を解決するため、我々は PrinterSurf のシステムをクライアントサーバ型で再構築し、プリンタ利用を Web ブラウザから行うことで、JAVA のインストールを不要とした。しかし、クライアントサーバ型では、サーバへ負荷が集中してしまう。そのため、アクセスの増加に伴い、サーバの処理速度や帯域がネックになることが予想される。本研究では、サーバの負荷を軽減するため、クラウドサーバの構築と、PrinterSurf サーバのクラウド化の検討を目的とし、クラウドサービスについての調査と考察を行う。

#### 2. PrinterSurf

本節では、PrinterSurf の概念と先行研究について述べる。PrinterSurf では、プリンタ提供者が、PrinterSurf システムへプリンタを公開する。プリンタ利用者は PrinterSurf システムを介し、任意のプリンタへ印刷を行う。システムモデルを図 1 に示す。

<sup>†1</sup> 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

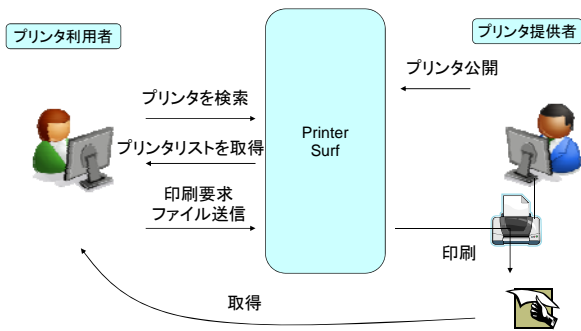


図 1 : システムモデル図

利用に際してドライバのインストールや設定は不要であり、登録されているプリンタならばどれもそのまま利用できる。プリンタ提供者は自分が利用可能なプリンタであれば公開可能であるため、新規にプリンタを用意する必要はない。これらの事から容易に公開、利用が可能であるといえる。

## 2.1 マルチキャスト型 PrinterSurf

高橋ら[2]は、実社会における紙媒体の有用性に着目し、通信相手のプリンタに直接印刷することを目的とした、PrinterSurf システムの提案を行った。実装されたシステムでは、ネットワーク上のプリンタを発見するためにマルチキャストを使用している。そのため、プリンタの利用者と利用対象となるプリンタは同一ネットワーク内である必要があった。

## 2.2 ハイブリッド P2P 型 PrinterSurf

中上ら[3]は、プリンタの効率的な利用、発見を行うために、ハイブリッド P2P 型で PrinterSurf システムの実装を行った。このシステムでは、インデックスサーバに保管された情報から対象のピアを発見、その情報を元にピア間でファイルの送受信を行い、印刷される。しかし、高橋らと同様に同一ネットワーク内の利用に限定されている。

## 2.3 ピュア P2P 型 PrinterSurf

齊藤ら[1]は、インデックスサーバを廃し、各クライアントが同一の機能をもつピュア P2P 型として PrinterSurf システムを実装した。このモデルでは、ハイブリッド P2P 型でインデックスサーバが持っていた情報を各ピアが所持している。また、上位のネットワークに存在するピアを通じてオーバーレイネットワークを構築することにより、同一ネットワーク外にあるプリンタの利用を可能とした。しかし、同時期に P2P ファイル共有ソフトが問題になったことによる P2P 技術に対する不信感や、システムを JAVA で実装したため、新規に JAVA のインストールが必要になった場合、

企業の PC 等セキュリティ上の規約により、新規に JAVA のインストールができないといった問題がある。

## 2.4 クライアントサーバ型 PrinterSurf

我々は、ピュア P2P 型での問題点を解決するため、クライアントサーバ型で PrinterSurf システムの実装を行った[4]。ネットワークアーキテクチャの変更だけではなく、システムを Web ブラウザから利用する形態とし、JAVA のインストールも不要となった。これによって、先行研究の問題点は解決できたと言える。しかし、各クライアント間の処理をサーバが行うため、サーバに負荷が集中するという新たな問題が発生した。

## 3. 関連研究

本節では、PrinterSurf の関連研究として、類似したネットワークプリントサービスを挙げ、PrinterSurf との比較を行う。また、クラウド化に向け、クラウドコンピューティングの関連研究として、クラウドコンピューティングの定義を述べ、実際のクラウドサービスの例を挙げる。

### 3.1 ネットワークプリントサービス

本節では、PrinterSurf と同様に、ネットワーク上のプリンタを利用するサービスの例を挙げ、PrinterSurf との比較を行う。

#### 3.1.1 IPP(Internet Printing Protocol)

IPP[5][6] は IETF によって標準化されている印刷プロトコルある。IPP 対応プリンタであればネットワークを介してプリンタの共有が可能である。しかし、IPP 対応プリンタでなければ使用できず、利用者自身がドライバをインストールする必要がある。そのため、プリンタの利用、公開の双方に専門的な知識が必要である。

#### 3.1.2 ネットプリント(net print)

ネットプリント[7] は富士ゼロックスによって提供されている印刷サービスである。利用者はパソコンやスマートフォンなどから印刷物を登録し、予約番号を取得、コンビニエンスストアに設置されたマルチコピー機に番号を入力することで印刷が行われる。インストール作業は不要であり、簡単に利用可能であるが、利用可能なプリンタはコンビニエンスストアに設置してあるものに限られるため、個人がプリンタを提供するのは難しい。

#### 3.1.3 UPnP(Universal Plug and Play)

PnP はコンピュータに周辺機器を接続した際に、OS が自動的に機器を検出して組み込みと設定を行うシステムである。UPnP[8] は PnP の概念をネットワークまで拡大したもので、パソコンや周辺機器をネットワークを通じて接続し、機能を利用するものである。これによりネットワーク上のプリンタを接続するだけで共有可能となるが、広域ネットワークでの利用は想定されておらず、小型オフィスや家庭などの小規模ネットワーク向けのシステムである。

### 3.1.4 ThinPrint

ThinPrint[9] はコルダート社(Cortado AG) が提供するシンクライアント環境向けの印刷ソリューションである。利用者はネットワークに接続されている端末から自由に印刷可能であるが、ThinPrint を利用するには専用のサーバを設置せねばならず、容易に公開が出来るとは言いがたい。また、シンクライアント向けのシステムであるため、個人が利用するのは難しい。

### 3.1.5 PrinterOn

PrinterOn[10] はPrinterOn Corporation が提供するモバイル印刷サービスである。登録されたプリンタへ対応するEメールアドレスを割り当て、そのアドレスに対してドキュメントを送信、印刷を行う。スマートフォンやタブレット、PC など幅広い機器からの利用が可能であり、様々な利用者向けに多様なサービスを提供している。しかし、個人でプリンタを公開する場合、公開できる相手の人数制限が存在する。利用者が指定できるプリンタは殆ど図書館や教育機関など公的なものが多い。

### 3.1.6 印刷サービスの比較

上記の印刷サービスについて、プリンタ利用の容易さ、公開の容易さ、対象機器、ネットワークの範囲についての比較を行う。比較の結果を表1 に示す。

他サービスと比較して、PrinterSurf はWeb ブラウザから利用でき、公開する際にも煩雑な作業がいらぬため、利用、公開の2点両方が優れているといえる。PrinterSurf はプリンタ提供者がボランティアでプリンタを公開し、ネットワーク上で広くプリンタデバイスを共有するシステムである。そのため、UPnP やThinPrint、PrinterOn とは利用モデルが異なる。

表1：サービスの比較

	プリンタ利用の 容易さ	プリンタ提供 の容易さ	対象機種	ネットワーク
PrinterSurf	○	○	PC	WAN
IPP	×	×	PC	WAN
ネットプリント	○	×	PC, スマートフォン	WAN
UPnP	○	○	PC	ホーム ネットワーク
ThinPrint	○	×	シン クライアント	WAN
PrinterOn	○	△	PC, タブレット, スマートフォン	WAN

## 3.2 クラウドコンピューティング

NIST(National Institute of Standards and Technology)によるクラウドコンピューティングの定義[11]では、クラウドとは、ユーザがクラウド上のリソースを利用する際に、リソース資源の物理的な場所を意識せず、管理者と直接やり取りすることもなく、システムによって自動的にリソース使用量の最適化が迅速に行われ、かつ様々なプラットフォームから利用できるものとされている。

また、実装モデルとして、プライベートクラウド、コミュニティクラウド、パブリッククラウド、ハイブリッドクラウドの4つが挙げられている。プライベートクラウドは利用する組織内に設置され、その組織のためだけに利用される。コミュニティクラウドでは、インフラはいくつかの、共通の目的をもつ組織によって利用される。パブリッククラウドのインフラは広く公開される。パブリッククラウドの管理はサービスを販売する組織によって行われる。ハイブリッドクラウドは、複数のクラウドの組み合わせで構成される。各クラウドは独立しているが、データやアプリケーションは移動可能である。

本研究では、まずプロトタイプとしてプライベートクラウドの構築を行う。その後、完成したシステムをパブリッククラウドへ移行し公開する予定である。そのため、将来的に利用する可能性のある商用向けクラウドサービスについて調査した。以下に代表的なクラウドサービスを挙げる。

### 3.2.1 Amazon EC2/S3[12]

Amazon が提供する IaaS 型のサービス。Linux や CentOS、Windows Server の環境をクラウドサーバ上で利用できる。サーバの環境をそのまま使えるために自由度が高い。

### 3.2.2 Google Apps Engine[13]

Google が提供する PaaS 型のサービス。Python、JAVA、Go の実行環境と Google 独自のデータベースである BigTable が利用できる。高速かつ大規模な BigTable を利用できる反面、環境にあわせたプログラムの修正が必要であり、実行できるアプリケーションに限られる。

### 3.2.3 Force.com[14]

Salesforce.com が提供する PaaS 型サービス。Salesforce 側から提供される多数のソリューションが存在するメリットがある。しかし、独自言語を使用せねばならないため、既存のシステムをそのまま公開するのは難しい。

## 4. クラウド化の検討

本節では、先行研究で実装したシステムについて説明し、クラウド化を行う箇所と手法について検討する。

### 4.1 システム概要

本システムはPrinterSurf サーバ、プリンタ提供者クライアント、プリンタ利用者クライアントの3つで構成されている。PrinterSurf サーバ、プリンタ提供者クライアントに JAVA を用いて、プリンタ利用者クライアントに

JAVAServlet を用いて開発を行った。Web サーバには Apache Tomcat を使用した。PrinterSurfのシステム構成を図2に示す。

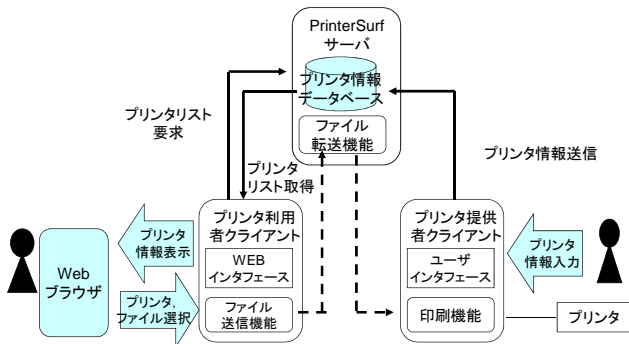


図2：システム構成

#### 4.1.1 PrinterSurf サーバ

PrinterSurf サーバは、プリンタ提供者クライアントから送られてきたプリンタ情報の管理と、プリンタ利用者クライアントとプリンタ提供者クライアント間でのデータ転送を行う。プリンタ情報にはプリンタの名前、プリンタの所有者、プリンタの場所等が記載される。各情報はプリンタ提供者がプリンタ提供者クライアントから自由に書き込むことが出来る。プリンタ情報を受信すると、PrinterSurf サーバは、受信した情報を元にデータベースの構築を行う。データベースにはSQLite を用いた。

#### 4.1.2 プリンタ提供者クライアント

プリンタ提供者クライアントはPrinterSurfサーバへのプリンタ情報の登録、PrinterSurfサーバから送信されたファイルの受信と印刷を行う。印刷に対応しているフォーマットはPDF、Microsoft office Word、PowerPoint である。プリンタ提供者クライアントはPC にインストールされているプリンタドライバを取得し、プリンタ提供者はその中から公開するプリンタを選択する。プリンタの所有者や場所などの情報を入力しPrinterSurf サーバに送信、登録が完了するとプリンタ提供者クライアントは印刷待機状態となり、ファイルを受信するたびにその印刷を行う。なお、プリンタドライバ情報の取得にWin32DLL、印刷の実行にWHS を用いている為にプリンタ提供者クライアントのコンピュータはWindows である必要がある。

#### 4.1.3 プリンタ利用者クライアント

プリンタ利用者クライアントはWeb クライアントであり、プリンタ利用者はWeb ブラウザを用いてシステムを利用する。プリンタ利用者クライアントは、PrinterSurf サーバのデータベースの内容を取得し表示する。プリンタ利用者はその中から使用したいプリンタを選択し、ファイルを

アップロードする。アップロードに際し、形式によっては印刷の設定を行う画面を表示する。アップロードが終了すると、PrinterSurf サーバを介してプリンタ提供者の元へ送られる。

#### 4.2 クラウド化を行う箇所

クライアントサーバ型で構築したシステムにおいて、多数のアクセスがサーバに集中することにより、帯域の圧迫と Web サーバとデータベースがダウンすることが考えられる。本稿では、後者の問題を解決するため Web サーバ上で動作しているプリンタ提供者クライアント、プリンタ情報データベースを管理している PrinterSurf サーバをクラウドサーバ上に配置し、負荷分散を行う。

#### 4.3 クラウドミドルウェア

現在、様々な企業や研究機関より、オープンソースのクラウドミドルウェアが公開されている。クラウドサーバの構築を行うにあたり、代表的なクラウドミドルウェアをいくつか抜粋した。以下にその特徴を述べる。

##### 4.3.1 Eucalyptus[15]

Eucalyptus Systems によって管理されている。IaaS 機能を提供する。仮想化は Xen, KVM に対応しており、Linux 上で動作する。商用クラウドである AmazonEC2/S3 と互換性がある。

##### 4.3.2 OpenNebula[16]

マドリード・コンプルテンセ大学で開発され、現在は OpenNebula Project によって管理されている。仮想化は Xen, KVM の他 VMware にも対応している。Linux だけでなく、MacOS X でも動作する。

##### 4.3.3 OpenStack[17]

Rackspace Cloud Computing と NASA が共同で開発を行っている。仮想化は Xen と KVM. 大規模なインスタンス作成に対応している。

##### 4.3.4 ミドルウェアの選定

本研究では、まずプロトタイプシステムの実装を行う環境として、プライベートクラウドの構築を行う。システムの完成後、パブリッククラウドへ移行し、公開を行う予定である。そのため、プライベートクラウドの構築に使用するミドルウェアを選定するにあたり、JAVA が動作すること、商用クラウドと互換性があることが望ましい。そこで、使用するミドルウェアとして、Linux 上で動作すること、AmazonEC2/S3 との互換性があることより、Eucalyptus を使用することとした。

#### 5. まとめと今後の課題

本稿では、クライアントサーバ型 PrinterSurf におけるクラウド化の前段階として、クラウド化手法の調査と検討を行った。今後は、Eucalyptus を用いてプライベートクラウドの構築を行い、構築したクラウドサーバ上で PrinterSurf システムが動作するように、システムの修正を行う予定で

ある.

また, 今回の検討では, サーバの処理分散を中心に検討を行ったが, システムの規模が大きくなれば, 利用者から提供者へサーバを通してファイルを送信する構造のため, 帯域が圧迫される恐れがある. 今後の課題として, 帯域の負荷をどのように分散するのか検討する必要がある.

## 参考文献

- 1) 齊藤達郎, 齊藤義仰, 峰野博史, 村山優子: **PrinterSurf**: モバイル環境に適した印刷システム的设计と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02009) シンポジウム論文集, pp. 379-386 (2009).
- 2) 高橋則也, 村山優子: **PrinterSurf**: ネットワーク上のプリンタを活用するためのシステムの提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02003) シンポジウム論文集, pp. 709-712 (2003).
- 3) 中上恭介, 後藤幸功, 村山優子: アドホックネットワーク向け簡易印刷エージェント **PrinterSurf** マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02005) シンポジウム論文集, pp. 581-584 (2005)
- 4) 吉田忍, 長嶋呈馬, 齊藤義仰, 村山優子: クライアントサーバ型 **PrinterSurf** システムの開発, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02012) シンポジウム論文集, pp. 1712-1716 (2012)
- 5) R. Herriot, S. Butler, P. Moore, R. Turner and J. Wenn: Internet Printing Protocol/1.1: Encoding and Transport, RFC 2910, 2000
- 6) T. Hastings, R. Herriot, R. deBry, S. Isaacson and P. Powell: Internet Printing Protocol/1.1: Model and Semantics, RFC 2911, 2000
- 7) net print: <http://www.printing.ne.jp/>
- 8) UPnP: <http://www.upnp.org/>
- 9) 株式会社エム・ピー・テクノロジー: <http://www.mpotech.co.jp/>
- 10) PrinterOn: <http://www.printeron.com/>
- 11) Peter Mell, Timothy Grance: NISTによるクラウドコンピューティングの定義, 独立行政法人情報処理推進機構 (IPA), 2011
- 12) Amazon EC2/S3: <http://aws.amazon.com/jp/ec2/>
- 13) Google App Engine: <https://developers.google.com/appengine/>
- 14) Salesforce: <http://www.force.com/jp/>
- 15) Eucalyptus: <http://www.eucalyptus.com/>
- 16) OpenNebula.org: <http://www.opennebula.org/>
- 17) OpenStack: <http://www.openstack.org/>