

# クラウドを用いたプリンタ共有システム PrinterSurf の検討

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

近年、情報機器の小型化や、無線アクセスポイントの増加等により、資料の作成や編集、情報収集等を場所を選ばずに行うことが可能となった。また、モバイル環境下では利用の難しかった印刷デバイスに関しても、様々なネットワーク印刷サービスやプリンタ共有システムが登場し、徐々に利用可能となりつつある。しかし、既存のサービスやシステムでは、利用、公開双方において容易に行えるものは少なく、専門的な知識が必要になる場合も多い。

我々はこれまで、利用、公開双方をユーザによって容易に実現できるユビキタス印刷サービス PrinterSurf の実装を行ってきた。先行研究では、クライアントサーバ型のネットワークで PrinterSurf の実装を行ったが、サーバに負荷が集中するという問題点が挙げられた。本論文では、先行研究の問題点を解決するため、サーバを分散させ、クラウドサーバ上に配置することで、システムの負荷分散を図る。

## A Study of the Cloud Based Printer Sharing System, PrinterSurf

SHINOBU YOSHIDA<sup>†1</sup> DAI NISHIOKA<sup>†2</sup> YUKO MURAYAMA<sup>†3</sup>

By miniaturization of an information device, and the spread of wireless access points, documents creation and information gathering became possible anywhere. Also about the printing device which is hard to carry, network printing service and the printer sharing system are appearing instead. Neither many existing system nor service can be used and provided easily. And, in many cases, special knowledge is needed.

We have continued studying the printer sharing system PrinterSurf which a user can use and provide easily without special knowledge. In the previous work, PrinterSurf was implemented by the client-server type architecture. However, load will concentrate on a server. In this paper, we distribute a server and make it operate on a cloud server for solve the problem of a previous work.

### 1. はじめに

近年、情報機器の小型化や、無線アクセスポイントの増加等により、資料の作成や編集、情報収集等を場所を選ばずに行うことが可能となった。また、モバイル環境下では利用の難しかった印刷デバイスに関しても、様々なネットワーク印刷サービスやプリンタ共有システムが登場し、徐々に利用可能となりつつある。しかし、既存のサービスやシステムでは、利用、公開双方において容易に行えるものは少なく、専門的な知識が必要になる場合も多い。

我々はこれまで、利用、公開双方をユーザによって容易に実現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 P2P という技術に対する不信感や、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 を用いて実装したため、PrinterSurf を利用するには、コンピュータに 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とした[2]。これによって、P2P 技術を用いていたシステムへの不信感を払拭し、利用に際しての 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。本論文では、低コストで複数のサーバを利用可能であり、急激な負荷の増大へもオートスケール機能によって対応可能であるクラウドサーバを用いて、システムのスケーラビリティの向上を図る。

### 2. 関連研究

本節では、PrinterSurf と類似するプリンタ共有システム及びサービスについて、調査の結果と、本研究との比較を述べる。比較では、利用、公開双方が容易に行えるか、また、対象となる機器やネットワーク範囲について比較を行った。

<sup>†1</sup> 岩手県立大学大学院  
ソフトウェア情報学研究科  
Iwate Prefectural University  
Graduate School of Software and Information Science

## 2.1 IPP

IPP[3][4]は IETF によって標準化されている印刷プロトコルである。HTTP プロトコルを用いてネットワーク上のプリンタに対し印刷要求を送信する。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。また、管理者による制限のため、利用するためにユーザ登録と認証が必要となる場合が多い。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。

## 2.2 ネットプリント

ネットプリント[5]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。利用する際には、インターネットから印刷対象ファイルをアップロードするだけで利用でき、インストール作業は不要であり、簡単に利用可能である。しかし、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。そのため容易にプリンタを公開することはできないと言える。

## 2.3 UPnP

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[6]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。UPnP 対応機器が LAN に接続されると、自分の存在をネットワーク内のコンピュータに通知し、通知を受け取ったコンピュータは自動でセットアップを行う。これによりネットワークに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。PrinterSurf はインターネットを通じて広い範囲でのプリンタ共有を想定しているため、利用モデルが異なると言える。

## 2.4 ThinPrint

ThinPrint[7]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、特定の組織内での運用が前提であり、個人が利用するのは難しい。また、特定の組織や施設内での利用を想定しているシステムなため、誰でも利用、公開を行う PrinterSurf とは利用モデルが異なる。

## 2.5 PrinterOn

PrinterOn[8]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等、PrinterSurf とは運用概念が異なる。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。

## 2.6 Google クラウド プリント

Google クラウド プリント[9]は Google が提供するリモート印刷サービスである。Google が提供するブラウザである Chrome ブラウザ、もしくはスマートフォンや PC からアプリを用いてプリンタを操作する。サービスに対応したプリンタだけでなく、従来のプリンタも Chrome ブラウザを介してシステムに登録することが出来る。対象となる利用者は、基本的にプリンタ所有者本人、もしくは所有者が許可したユーザのみであり、不特定多数のユーザへのプリンタ公開、または PrinterSurf のようにプリンタを検索して利用する使い方は想定されていない。そのため、PrinterSurf とは利用モデルが異なる。

## 2.7 類似サービスとの比較

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 2.1 に示す。

表 2.1 関連研究との比較

	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	LAN
ThinPrint	○	×	シンクライアント	WAN
PrinterOn	△	○	PC, スマートフォン	WAN
Google クラウドプリント	△	○	PC, スマートフォン	WAN

PrinterSurf システムの特徴として、情報機器に対して特別な知識を持たないユーザであっても、容易にプリンタを検索して利用できることや、複雑な操作や専用ソフトウェアのインストールや、複雑な作業を必要とせずにプリンタの提供が可能なこと、専用の機能を持った機器を必要とせずに、既存の利用可能なプリンタであればどれでも提供可能であることが挙げられる。これらのことから、PrinterSurf はプリンタの利用、提供双方を容易に行えると言える。

IPP では、対象とする機器は同じものの、インストールが必要なことや、システムの複雑さ等から、利用、公開双方が容易だとは言いがたい。ネットプリントでは、利用は容

易に行えるものの、公開に関して制限が多く、容易に行うことはできない。UPnP では、利用も公開も容易に行うことが出来るが、範囲が限定されており、PrinterSurf のようにインターネットを通じて広い範囲でプリンタを共有することは難しい。ThinPrint では、プリンタの利用は容易だが、シンクライアント環境下でなければシステムを適用できず、プリンタを容易には提供できないと言える。また、対象となる利用者が限定されるため、PrinterSurf とは利用モデルが異なる。PrinterOn と Google クラウドプリントでは、容易にプリンタを利用できるが、プリンタの公開相手が限定的であり、PrinterSurf とは利用モデルが異なる。

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。また、現在は対象機種として PC を想定しているが、ブラウザからシステムを利用するため、ブラウザが利用可能なデバイスであれば、プリンタを利用することが出来ると言える。

### 3. PrinterSurf

本節では、PrinterSurf の概念を述べ、ユースケースを明確にする。また、既存の PrinterSurf システムについて、アーキテクチャごとに先行研究を挙げる。そこで既存研究の問題点を明確にし、解決手法について考察する。

#### 3.1 概念

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 3.1 に示す。

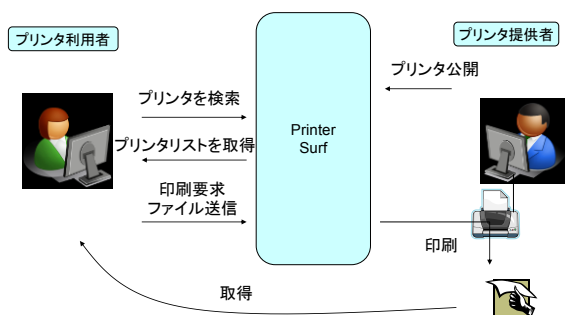


図 3.1 : システムモデル

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で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。プリンタ公開に関して、パスワードを用いて制

限しない限り、誰でも利用可能な状態としてシステムに登録される。そのため、利用者は自分のニーズにあったプリンタを検索して利用することが出来る。

#### 3.2 先行研究

本節では、先行研究として、既存の PrinterSurf システムに挙げ、問題点について述べる。

##### 3.2.1 P2P 型 PrinterSurf

齊藤らは、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ア P2P 型として PrinterSurf システムを実装した。P2P の利点として、高スケーラビリティであり、低コストで耐障害性にも優れるといった点が挙げられる。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、異なるセグメントにあるピア同士で、共通の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、運用試験において、試験と同時期に P2P ファイル共有ソフトが問題になったことにより P2P 技術に対する不信感を持った人が多かったことと、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、新規ソフトウェアのインストールができない場合があるといった原因から、利用してもらえない、もしくは利用できないケースが存在した。

##### 3.2.2 クライアントサーバ型 PrinterSurf

我々は、P2P 型での、システムアーキテクチャに関する不信感と、利用に際しての JAVA インストールが必要であるという2つ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。

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、利用に際して 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、P2P 型 PrinterSurf では、高いスケーラビリティがあったが、アーキテクチャをクライアントサーバ型へと変更したことにより、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ことでスケーラビリティが損なわれるという新たな問題が発生した。

#### 3.3 問題点

クライアントサーバ型でシステムを構築した際に想定される問題点として、各クライアント間での処理をすべて1つのサーバで行うため、サーバへ負荷が集中することと、多量の印刷対象ファイルの転送により、サーバの接続しているネットワーク帯域の転送速度がネックになることが挙げられる。これらの問題点を解決するために、サーバとネットワークを負荷に耐えうるまで高性能化する、もしくは転送サーバを複数並列で構成し1台あたりの負荷を抑える必要がある。しかし、サーバとネットワークの高性能化で

は、ハードウェア的にコストがかかる上に、一般の WAN 上にサーバが存在している限りネットワーク転送速度には上限が存在する。そのため、本研究では、複数のサーバを並列で構成し、1 台あたりの負荷を軽減する手法をとることとする。

複数のサーバを用いてシステムを構成する方法として、ロードバランサを用いて物理的に複数のサーバを接続する手法が考えられる。この方法では、ロードバランサが高価なこと、負荷の大小にかかわらず物理的に複数のサーバを用意する必要があることが難点である。そこで本研究では、容易に複数サーバを用意し、また負荷に応じて動的にサーバ台数を変更可能であるクラウドサーバを用いて負荷の分散を行いスケーラビリティの向上を図ることとした。

#### 4. 提案システム

先行研究で問題として挙げられた、サーバへの負荷集中を解決するため、先行研究では 1 台だったサーバを機能ごとに分割し、それぞれを並列して動作可能とする。本研究では、プロトタイプとして、先行研究の PrinterSurf サーバの主な機能であるプリンタ管理機能と、ファイル転送機能について別々のサーバとして実装する。また、クラウドのオートスケール機能を利用し、負荷に応じてサーバ台数の増減を行う。これによってサーバ 1 台に対し処理が集中することを防ぎ、スケーラビリティの向上を図る。システム構成を図 4.1 に示す。先行研究では 1 台の PrinterSurf サーバのみで各クライアント間の通信を処理していたが、提案システムでは、プリンタ情報の管理とファイルの転送の機能を分割し、2 種類のサーバとして実装する。本稿では、プロトタイプとして、管理サーバについてはスケーリングを行わず、転送サーバのみ、複数台で並行動作させ、スケーリングを行う。使用言語は、管理サーバ、転送サーバ、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。プリンタ情報データベースには JAVA と親和性の高い SQLite を使用し、Web サーバには Apache Tomcat を使用した。

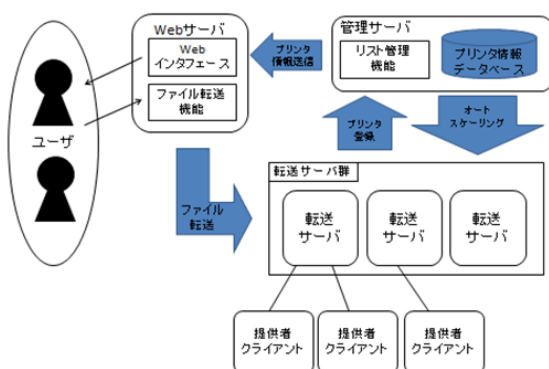


図 4.1 システム構成

#### 4.1 Web サーバ

Web サーバはシステムを利用するユーザに対して、プリンタ情報の表示やファイルのアップロード等を行う Web インタフェースを提供する。Web ブラウザからサーバに接続すると、ブラウザ上にデータベースの内容を取得し表示する。表示される情報は、プリンタの名前、プリンタの所有者の名前、プリンタの場所、過去の使用回数である。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。登録されているプリンタの台数が多くなり、一覧から探し出すことが困難になった場合を想定し、プリンタの検索機能を実装した。プリンタの名前、プリンタ所有者の名前、プリンタの場所について、キーワードを入力し検索することで、一覧に表示されるプリンタを絞り込むことが出来る。アップロードされたファイルが Microsoft office PowerPoint で作成された拡張子が .ppt, .pptx のものだった場合、フルページスライドとして印刷するか、配布資料式として印刷するか等、印刷形式の選択画面を表示する。また、いずれの形式においても印刷部数を指定することが可能である。アップロードが終了すると、転送サーバを介してプリンタ提供者の元印刷対象ファイルを送信する。

#### 4.2 管理サーバ

先行研究のクライアントサーバ型 PrinterSurf の PrinterSurf サーバにおける PrinterSurf サーバのプリンタ管理機能に相当する。プリンタ提供者から受信した情報を元に、新規プリンタの登録を行い、登録されているプリンタ情報をデータベース化して保管、要求に応じて Web サーバを通してユーザに提供する。プリンタ情報データベースには、プリンタの名前、プリンタの所有者、プリンタの場所の他に、プリンタ自身の ID とプリンタ提供者クライアントが接続されている転送サーバの ID が記録されている。また、転送サーバの状態を監視し、オートスケーリングを行う。提供者クライアントから接続要求に応じて、負荷の少ないサーバを選択し、返答する。

#### 4.3 転送サーバ

先行研究のクライアントサーバ型 PrinterSurf の PrinterSurf サーバにおけるファイル転送機能に相当する。転送サーバは Web サーバからアップロードされた印刷対象ファイルを提供者クライアントへ転送する。転送サーバは複数台存在しており、どの転送サーバがどの提供者クライアントから接続されるかは管理サーバによって決定される。転送サーバは、提供者クライアントの接続を受け付けると、コネクションを維持する。ファイルの転送を行う際には、このコネクションから提供者クライアントへ通知を行い、新たに転送用のコネクションを作成する。これによって、一つのコネクションに対して同時に複数のファイル転送を行うことを回避する。

#### 4.4 提供者クライアント

プリンタ提供者クライアントは、起動後に起動した PC にインストールされているプリンタドライバの一覧を表示する。提供者は公開するプリンタを選択し、提供者名、プリンタの場所といった情報を入力、公開を行う。公開開始後に、提供者クライアントは管理サーバから転送サーバの状況を取得し、転送サーバの負荷の状況に合わせて接続を行う。接続した後に印刷待機状態へ移行し、印刷対象ファイルを受信し次第印刷を行う。印刷に対応しているフォーマットは PDF, Microsoft office Word, PowerPoint である。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。

### 5. 評価

本節では、実装したプロトタイプシステムの評価を行う。プロトタイプシステムでは、ネットワーク帯域の分散を目的とした実装を行ったため、転送サーバが 1 台の時と 2 台の時のネットワーク転送量と転送終了までに要した時間を計測する。

本研究で実装したシステムに対し、多量の印刷要求があった場合の転送サーバのネットワーク負荷を計測するため、1 分回印刷要求を送信し続け、転送サーバのネットワーク転送量と、転送終了までにかかった時間を測定した。印刷要求を送信する頻度はポアソン分布によって決定し、1 分あたりに平均 500 回から 5000 回まで 500 回毎に 10 段階の評価を行った。評価に使用した印刷対象ファイル Microsoft Office Word で作成した、約 1 万字、画像数枚を含む 175KB の一般的な文書ファイル[10]である。

サーバの台数による負荷の比較を行うため、転送サーバが 1 台の場合と 2 台の場合を想定し 2 種類のシステムで評価を行った。評価結果を図 5.1 と図 5.2 に示す。

転送サーバが 1 台の時は、送信頻度が平均 2500 回/分までは転送終了までの時間が増加することはなかった。送信頻度が平均 3000 回/分を超えると転送終了までの時間に遅延が発生し、平均 5000 回/分では平均 2500 回/分に比べ 27 秒の遅延が発生した。データ転送量は送信頻度に比例して増加したが、平均 4000 回/分から平均 5000 回/分では大きな増加は見られなかった。

転送サーバが 2 台の時は、送信頻度にかかわらず転送はすべて 61 秒までに終了した。また、データ転送量は送信頻度に比例して上昇し、あまり変化は見られなかった。

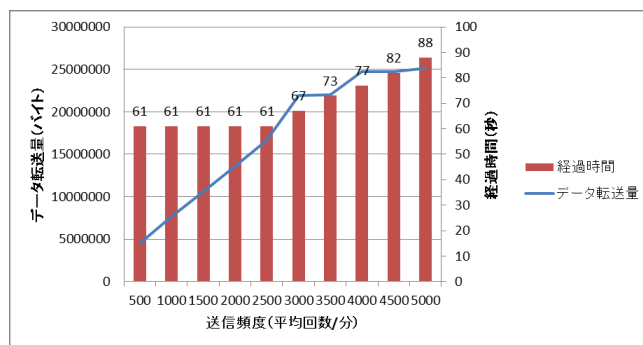


図 5.1 サーバ 1 台の際の評価結果

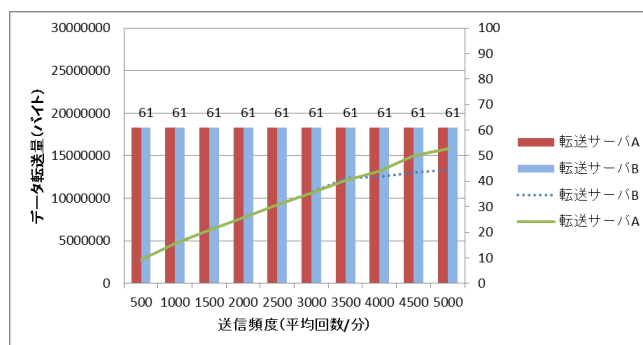


図 5.2 サーバ 2 台の際の評価結果

これらの評価結果から、提案システムによって、1 台当たりのサーバの負荷を軽減できることが確認できた。一時的に負荷が増大した際も、スケーリングを行い、自動的かつ動的にサーバの台数を増やすことが可能であり、これらのことから、クライアントサーバ型よりもより大規模な利用へ対応可能であり、急激な負荷の変動にも対応することが出来ると言える。

### 6. おわりに.

本節では、今後の課題について考察し、本研究のまとめについて述べる。

#### 6.1 今後の課題

本研究で実装を行ったシステムの今後の課題として、セキュリティとビジネスモデル、オートスケールのアルゴリズム、機能の充実について述べる。

##### 6.1.1 セキュリティ

PrinterSurf はプリンタを利用するというシステムの性質上、サーバを介してプリンタ提供者の元まで印刷対象のファイルを送信する。その際、通信経路の盗聴や、サーバやプリンタ提供者のコンピュータから印刷対象ファイルを取得が可能な実装は避けるべきである。現段階ではプロトタイプシステムであるため、通信経路の暗号化や印刷対象ファイルの保護は行っていない。しかし、将来的に公開、運用を行う際にはこの点に留意した実装が必要となる。

また、現在プリンタ情報として、プリンタ提供者から任意で入力されるプリンタ名、所有者名、場所のコメントを

用いているが、全て任意で入力できる情報のため、容易に成りすましが可能となってしまう。この問題を解決するため、プリンタの本人証明機能を実装する必要がある。

### 6.1.2 ビジネスモデル

本研究の提案モデルでは、プリンタ提供者が紙やインクなどの消耗品を一方向的に提供している状態であり、このままでは提供者がプリンタを提供し続けることは難しいと言える。そのため、プリンタ提供者にも利益が生じるような仕組みが必要となる。例として、Web ブラウザからの利用という点を用いてアフィリエイト広告をプリンタ利用者クライアントに挿入する方法や、印刷物に加えて広告を送信する方法により、広告収入を得ることが考えられる。

### 6.1.3 オートスケールのアルゴリズム

プロトタイプシステムでは、暫定的に CPU 負荷を閾値としたスケールリングを行っている。しかし、評価においてネックとなったのはネットワークの転送速度であった。また、今回の評価では、同一のファイルを連続送信したが、実際の使用環境では、印刷対象ファイル毎にサイズは異なる。さらに、プリンタという機器の性質上、一時的な使用量の増加も考えられる。これらのことから、PrinterSurf をより実用的なシステムにするために、オートスケールを行うためのアルゴリズムを考察し、実装、運用評価を行う必要がある。

### 6.1.4 機能の充実

一般的なプリンタドライバでは、標準的な機能として、インクの残量や印刷中か否か等の情報を取得し、表示することが出来る。しかし、PrinterSurf システムでは、現在 WHS を経由した印刷を行っているため、プリンタのプレゼンス情報を得ることが出来ないという欠点が存在する。この欠点を解決するには、無数に存在するドライバへ個別に対応しなければならないため、ソフトウェアから解決するのは難しいと言える。解決方法として、Web カメラを用いてプリンタの状態を静止画で撮影する方法等が挙げられる。また、現在対応しているフォーマットは PDF, Microsoft office Word, PowerPoint のみであり、画像やテキストファイル、インターネット上の Web ページの印刷等には対応していない。PrinterSurf 上で印刷を行う際に、コンピュータにドライバがインストールされているプリンタを利用する際と遜色なく印刷を行うためには、上記の機能を実装する必要がある。

また、プリンタの位置情報について、現在は文字情報のみの自由入力となっている。既知の範囲内のプリンタであれば問題はないが、出張先などでプリンタ検索を行う際に、文字情報だけでは検索がし辛い、正確な位置が分からない、といった事態が予想される。この問題を解決するために、Google map[11]や OpenStreetMap[12]などの API を用いて、地図情報を表示する等、Web インタフェースを改善する必要があると言える。

## 6.2 まとめ

本論文では、先行研究の 1 台のサーバに負荷が集中する問題と、ネットワーク転送速度がネックになる問題を解決し、PrinterSurf システムのスケラビリティを向上させるため、プリンタ共有システム PrinterSurf のクラウド化について、調査、実装、評価を行った。今後の展望として、Web サーバ、管理サーバの分散化を行い、システム全体の耐負荷性能を向上させること、今後の課題として挙げたセキュリティとビジネスモデル、スケールリングのアルゴリズムについて考察、実装、評価を行い、加えて、印刷システムの機能を充実させることにより、PrinterSurf システムをより実用的なものとする事が挙げられる。

## 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の設計と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2009)シンポジウム論文集, pp. 379-386(2009).
- [2] 吉田忍, 長嶋呈馬, 齋藤義仰, 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(DICOMO2012)シンポジウム論文集, pp. 1712-1716(2012)
- [3] R.Herriot, S.Butler, P.Moore, R.Turner and J.Wenn: Internet Printing Protocol/1.1: Encoding and Transport, RFC 2910, 2000
- [4] T.Hastings, R.Herriot, R.deBry, S.Isaacson and P.Powell: Internet PrintingProtocol/1.1: Model and Semantics, RFC 2911, 2000
- [5] net print:<http://www.printing.ne.jp/>
- [6] UPnP:<http://www.upnp.org/>
- [7] 株式会社エム・ピー・テクノロジー: <http://www.mptech.co.jp/>
- [8] PrinterOn:<http://www.printeron.com/>
- [9] Google クラウドプリント:  
<http://www.google.co.jp/cloudprint/learn/>
- [10] MSN プレスリリース, <http://press.jp.msn.com/080222.aspx>
- [11] Google Maps API: <https://developers.google.com/maps/>
- [12] OpenStreetMap Japan: <http://osm.jp/>