

携帯電話向けプリンティングプロトコルの設計と実装

小佐野 智之[†] 石川 憲洋[†] 北川 和裕^{††} 長坂 文夫^{†††}

[†]株式会社 NTT ドコモ ^{††}慶応義塾大学 ^{†††}セイコーエプソン株式会社

あらまし 我々は、ユーザがネットワーク環境を意識することなく、デバイス間シームレス通信を実現するため、汎用的ピア・ツー・ピア (P2P:Peer to Peer) プラットフォームを Peer-to-peer Universal Computing Consortium (PUCC) にて開発している。本研究では携帯電話からプリンタを制御するために PUCC プラットフォーム上でのプリンティングプロトコルの設計と実装を検討した。提案方式の有効性を評価するために試作したアプリケーションは、プリンタと携帯電話を接続するゲートウェイ、ゲートウェイ上で P2P ノードとして動作するプロキシとプロキシの管理をするプロキシマネージャー、携帯電話、プリンタから構成される。ゲートウェイはプリンタ側に UPnP のインタフェースを持ち、ダイレクトプリンティングとリファレンスプリンティングをサポートする。試作したアプリケーションにて動作検証を行い、提案するプリンティングプロトコルの有効性を検証した。

Design and Implementation of Printing Protocol for Mobile Phones

Tomoyuki Osano[†], Norihiro Ishikawa[†], Kazuhiro Kitagawa^{††}
and Fumio Nagasaka^{†††}

[†]NTT DoCoMo, Inc. ^{††}Keio University. ^{†††}SEIKO EPSON CORPORATION.

Abstract Recently, peer-to-peer network is in the limelight for every user and every appliance to be involved. Peer-to-peer Universal Computing Consortium (PUCC) was established in 2005 to develop a peer-to-peer networking platform for realizing applications in ubiquitous networking environment, which includes home appliance applications. In this paper, the design and implementation of a printing protocol over the PUCC platform is presented for controlling printers from mobile phones. The prototype implementation consists of a gateway to connect a mobile phone with a printer, proxies to serve as P2P nodes for a printer, a content / rendering sever, a mobile phone, a printer and a proxy manager. Our prototype system uses UPnP as the interface and protocol for a printer. Printing functions such as direct printing from mobile phones and reference printing from content servers are realized by the proposed printing protocol over the PUCC platform.

1. はじめに

現在、様々なネットワーク技術を基盤とし、将来的なユビキタス環境が徐々に整いつつある。インターネットをはじめとした高速な広域通信環境に加え、携帯電話で用いられている移動無線通信や、無線 LAN, Bluetooth に加え、UWB など

の近距離無線通信が登場し、今後さらに高速化、利便性が進展することが予想される。

一方、デバイスにおいても、例えば、携帯電話は、i-mode [1] などのモバイルインターネットサービスや Bluetooth を備え、i アプリ [1] など Java を利用し、機能を追加可能であるなど、多機能化が進んでいる。テレビや HD レコーダなどの AV

機器や、冷蔵庫、電子レンジなどの白物家電にネットワークインタフェースを付加した情報家電が登場し、機器制御が可能なホームネットワークも注目を集めている。そして、RFID タグや温度センサ、カメラなどデバイスの情報取得をトリガーとするセンサネットワークは、リアルタイム性を重視したサービスが展開していくと予想される。

ネットワーク技術・デバイスの能力が進展していく中でデバイスはいずれかのネットワークインタフェースや規格をサポートする。しかし、各デバイスでサポートするネットワーク規格は異なり、ユーザからの視点で考えれば、統一的にコントロールする標準化された技術が不可欠である。例えば、あるネットワーク規格をサポートした携帯電話は、異なるネットワーク規格を持つデバイスや、センサネットワークに属するデバイスを制御することは難しく、結果として、利便性が低い。以上を踏まえ、我々は、ユーザがネットワーク環境を意識することなく、デバイス間シームレス通信を実現する汎用的ピア・ツー・ピア（P2P:Peer to Peer）プラットフォームの開発を進めている [2] - [4]。上記プラットフォームは、PUCC (Peer-to-Peer Universal Consortium) にて仕様開発、デファクト化作業を進めており、IrDA, Bluetooth, USB, Wi-Fi などの下位レイヤーを統合するプラットフォームを目指している。

本稿では、様々なネットワークインターフェースを介して、携帯電話からプリンタへの出力するためのプリンティングプロトコルについて、設計、実装を行い評価した。試作システムはプリンタ、ゲートウェイ、携帯電話から成り、プリンタは既存の UPnP 対応プリンタを利用した。

2. 要求条件

本章では、本研究で提案するプリンティングプロトコルの要求条件について整理する。

以下の項目を要求条件とし、各要求条件について説明する。

- 様々なコンテンツ形式に対応
- 様々なネットワークインタフェースに対応
- 携帯電話向け軽量プロトコル
- ダイレクト/リファレンスプリンティングのサポート
- プリンタ以外の機器との連携
- セキュリティ

2.1 様々なコンテンツ形式に対応

現在、携帯電話でサポートするコンテンツの形式は vNote, vCard, vMessage, JPEG, GIF, SVG, PDF などが挙げられる。JPEG 等、一部のコンテンツ形式はプリンタへ赤外線などを介して直接送信することでプリント出力が可能であるが、PDF 等のドキュメントは PDL 形式へレンダリングされた後にプリンタへ送信されるため、直接 PDF ドキュメントをプリンタへ送るだけでは出力できない。提案するプリンティングプロトコルでは、PDF などのコンテンツに関しても出力を可能とする設計を行う。

2.2 様々なネットワークインタフェースに対応

携帯電話から利用できるネットワークインターフェースとして、3G 移動通信網、無線 LAN, Bluetooth, IrDA, USB が挙げられる。各ネットワークを介して携帯電話とプリンタをシームレスに接続するためには、IP 通信だけでなく、IrDA, USB などの IP 通信をサポートしていないネットワークを介して、通信できなければならない。

2.3 携帯電話向け軽量プロトコル

PC などで実行しているプリンティングのためのレンダリング処理を携帯電話上で実行することは、処理能力の問題などから現実的ではない。また、ネットワークインタフェース毎に異なる複

数のプリンティングプロトコルを携帯電話でサポートすることは現実的ではないため、ネットワークインタフェースに依存することなく、IP 通信、非 IP 通信の両方をサポートする汎用のプリンティングプロトコルとして設計する必要がある。

2.4 ダイレクト / リファレンスプリンティングのサポート

現在、携帯電話からプリンタへの出力における主な方式として、IrDA などを用いたダイレクトプリンティングと呼ばれる方式がある。この方式の具体的手順として、まずコンテンツは携帯本体メモリ内に格納されており、ユーザが出力するコンテンツを選択し、IrDA などのネットワークインタフェースを起動後、プリンタへコンテンツを直接送信する。プリンタはコンテンツを受信後、出力する。

一方、出力するコンテンツをプッシュするダイレクトプリンティングの他に、プリンタがコンテンツをプルする、リファレンスプリンティングと呼ばれる方式がある。本方式の具体的手順は、まずコンテンツはインターネット上に存在するコンテンツサーバ等に格納されており、ユーザは出力したいコンテンツの URL を IrDA などによりプリンタへ送信する。プリンタは URL を受信すると、指定された URL からコンテンツを取得し、出力する。本方式では携帯電話とプリンタ間のネットワーク上をコンテンツが流れず、コンテンツの URL のみが送受信されるため、携帯電話にとっての負担は少なくなる。

ダイレクトプリンティングとリファレンスプリンティングのどちらの方式もそれぞれ適用領域があると考えられるため、提案するプリンティングプロトコルでは、両方式をサポートする。

2.5 プリンタ以外の機器との連携

提案するプリンティングプロトコルを利用し

て、携帯電話はプリンタ以外の機器との連携が可能であることが望ましい。プリンタ以外の連携先機器として、テレビ、スキャナ、FAX などが挙げられ、提案するプリンティングプロトコルはこれらの機器との連携に対しても拡張可能であるものとする。

2.6 セキュリティ

携帯電話などで撮影された画像コンテンツだけでなく、PDF などのドキュメントなど、様々なコンテンツの出力を想定するため、コンテンツによってはユーザ認証、印刷枚数の制限やコンテンツの DRM などを考慮する必要がある。提案するプリンティングプロトコルはこれらに考慮した設計であるものとする。

3. アーキテクチャ

図 1 に我々が提案するプリンティングプロトコルのアーキテクチャを示す。本プリンティングプロトコルではダイレクトプリンティングとリファレンスプリンティングをサポートする。

まず、ダイレクトプリントでは、ユーザは携帯電話から PUCG プロトコルを用いてプリンタの検索を行う。プリンタを発見後、プリンタと P2P セッションを確立し、携帯電話内に保存されているコンテンツの URL をプリンタへ送信する。プリンタはコンテンツの URL を受信後、携帯電話からコンテンツをプルし、出力する。

一方、リファレンスプリンティングでは、事前に携帯電話はインターネット上のコンテンツサーバに保存されているコンテンツの URL を取得しているものとする。ダイレクトプリンティングと同様にプリンタの検索を行い、プリンタを発見後プリンタと携帯電話間で P2P セッションを確立し、コンテンツの URL をプリンタへ送信する。プリンタはコンテンツの URL を受信後、コンテンツサーバから URL で指定されたコンテンツをプ

ルし、出力する。

また、通常 PC を用いてプリンタへの出力を行う場合、まず、PC 上のアプリケーションはコンテンツをプリンタドライバに渡す。プリンタドライバは受け取ったコンテンツをプリンタが印刷できる形式 (PDL など) にレンダリングし、プリンタへ送信する。プリンタは PDL 形式のコンテンツをラスターデータへ変換しプリントアウトする。しかし、本論文にて提案するプリンティングプロトコルにおいては、コンテンツデータを携帯電話から送信する場合、携帯電話側でレンダリングすることは行わない。つまり、携帯電話はコンテンツデータをそのままの形式でプリンタへ送信する。プリンタ側で受信したコンテンツのレンダリングが必要になった場合には、プリンタ自身でレンダリングするか、もしくはネットワーク上のレンダリングサーバへレンダリングを依頼する。

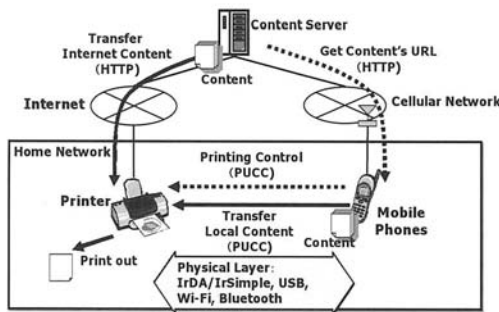


図 1 PUCS プリンティングアーキテクチャ

4. プロトコル

4.1 プロトコルスタック

本研究にて提案するプリンティングプロトコルを PUCS プラットフォーム上で設計した。様々なネットワークインタフェースへ対応するため、PUCS コアプロトコルにて下位レイヤーの差異を吸収する。PUCS コアプロトコルの上位には、デ

バイス検索、セッション管理等の P2P 通信において基本的な機能の API を提供する PUCS システムプロトコルに加えて、PUCS アプリケーションプロトコルとして、本研究で提案した PUCS プリンティングプロトコルが存在する。その結果、プリンティングアプリケーションは PUCS コアプロトコル以下のレイヤーを意識する必要はなく、PUCS システムプロトコルと PUCS プリンティングプロトコルのみを用いてプリンタの制御を行うことが出来る。コンテンツの送受信には HTTP POST を用いる。

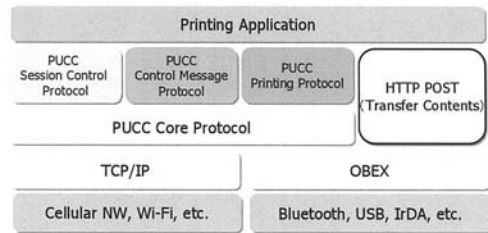


図 2 プロトコルスタック

4.2 メソッド定義

プリンティングアプリケーションは、以下の PUCS システムプロトコルと PUCS プリンティングプロトコルを利用する。

- PUCS Session Control Protocol
- PUCS Control Message Protocol
- PUCS Printing Protocol

PUCS Session Control Protocol は、P2P セッションを管理し、Hello メッセージや Bye メッセージをメソッドとして持つ。

PUCS Control Message Protocol は、周囲に存在する P2P ノードの検索を実行するための、Lookfor メッセージをメソッドとして定義している。

PUCS Printing Protocol は、プリンタ制御のプロトコルであり、プリンタの属性を取得する

PrintCapability メソッド、プリントジョブをプリンタへ送信する Print メソッドや、プリンタの出力結果を携帯電話へ送信する PrintResult メソッドを定義している。

提案するプリンティングプロトコルのメッセージシーケンスを、図 3、4 に示す例を用いて説明する。まず、携帯電話は Lookfor メッセージを用いて P2P ネットワーク上に存在するプリンタを検索する。プリンタの発見後、携帯電話は Hello メッセージを用いてプリンタと P2P コネクションを確立する。次に携帯電話が PrintCapability メッセージを用いてプリンタの属性（カラー、N アップ、両面印刷等が可能かどうか）を取得する。携帯電話は取得したプリンタの属性をもとに各印刷パラメータを設定し、Print メッセージにより印刷ジョブをプリンタへ送信する。Print メッセージにはコンテンツの URL が記述されており、プリンタは記述されたコンテンツの URL をもとに HTTP POST を用いてコンテンツの取得を行う。次にプリンタはコンテンツのレンダリングを行い、印刷を実行する。印刷完了後、プリンタは印刷結果を携帯電話へ PrintResult メッセージを用いて送信する。最後に PrintResult メッセージが完了すると、携帯電話とプリンタ間の P2P セッションを切断する。

ダイレクトプリンティングとリファレンスプリンティングのメッセージシーケンスは基本的には同じであるが、リファレンスプリンティングの場合にはコンテンツの取得先が、インターネット上などに存在するコンテンツサーバである。また、コンテンツの取得後にコンテンツサーバに利用ログが残るように、プリンタからコンテンツサーバへ HTTP POST を用いて PrintResult メッセージを送信する。PrintResult メッセージには、ユーザ情報、プリント実行情報等が記述されており、コンテンツサーバ管理者はこれらの情報を用いて認証、課金などの管理が可能となる。

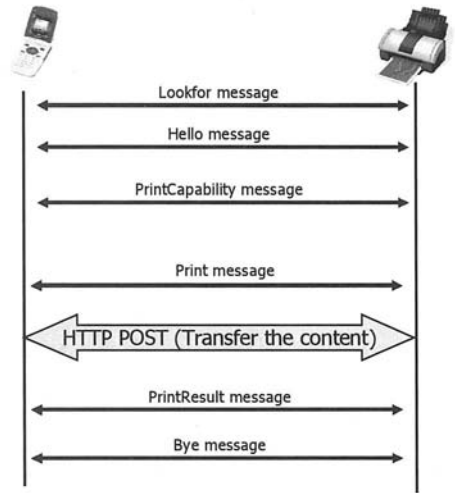


図 3 メッセージシーケンス (ダイレクトプリンティング)

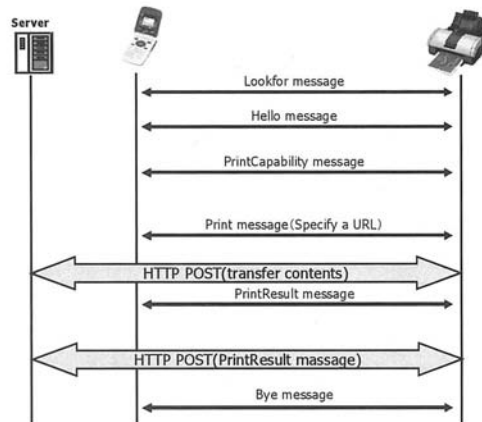


図 4 メッセージシーケンス (リファレンスプリンティング)

5. 実装

提案方式の有効性を検証するために、Ethernet 上の UPnP 対応プリンタと携帯電話間でのプリントを実現するアプリケーションを試作した [5]。本アプリケーションは、図 5 に示すように、プリンタ、ゲートウェイ、コンテンツ/レンダリングサーバ、プロキシ、携帯電話から構成される。携帯電話とゲートウェイ間は IrDA や無線 LAN で接続され、ゲートウェイとプリンタ、コンテンツ/レンダリングサ

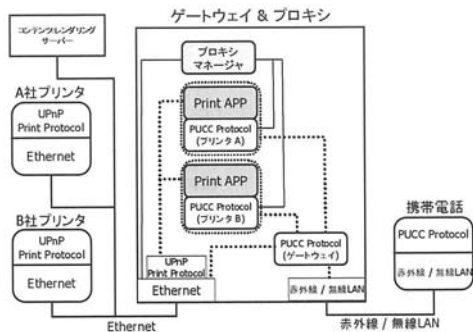


図 5 試作プリントアプリケーション

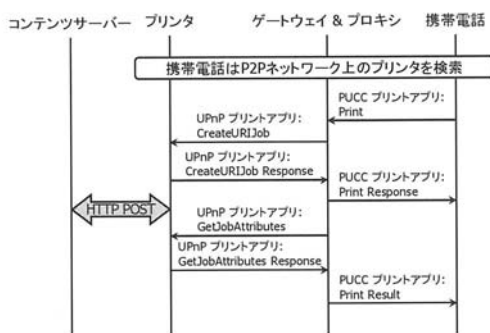


図 6 試作アプリケーションシーケンス図

サーバ間は Ethernet で接続される [7] [8]. ゲートウェイはネットワーク毎に異なる特性を吸収する. また, 現状では, プリンタが PUCP プリンティングプロトコルをサポートしていないことから, 試作アプリケーションではプロキシモデルを採用した. プロキシは PUCP プロトコルと UPnP プロトコル間のプロトコル変換機能を提供する. プロキシにおける各メッセージ変換の様子は図 6 のようになる. なお, 各プロキシはプロキシマネージャによって管理される.

試作したアプリケーションの動作検証を行った. IrDA または無線 LAN のネットワークインタフェースを持つ携帯電話を用意し, 出力先のプリンタは, 異なるベンダの UPnP プリンタ 2 台を用意した. 出力するコンテンツは JPEG

と PDF とした. 動作検証の結果, コンテンツの種類, 使用するネットワークインタフェースに依らず出力できることを確認した.

6. おわりに

PUCP プラットフォーム上で, 様々なネットワークインタフェースを介した携帯電話からのプリンタへの出力を実現するために, プリンティングプロトコルの設計, 実装を行い, その有効性を検証した. 動作検証の結果, 携帯電話からのプリンティングを IrDA, 無線 LAN を介して制御し, JPEG 及び PDF のコンテンツを出力できることを確認した. 今後はその他のネットワークインタフェースへの対応や, セキュリティ機能の追加を行う予定である.

6. 謝辞

本プリンティングプロトコルの研究開発にあたり, ご多忙中にも関わらず, 熱心にご指導下さいました PUCP Printing WG, Task Force WG メンバーの皆様には深く感謝致します.

参考文献

- [1] Hiroshi Tsutsui, et al, "Implementation of AV Streaming System using Peer-to-Peer Communication", 4th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2007), January 2007
- [2] Norihiro Ishikawa, et al, "PUCP Architecture, Protocols and Applications", 4th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2007), January 2007
- [3] Noritada Shimizu, Kazuhiro Kitagawa, Nobuo Saito, "Model and Syntax to Describe Device Capabilities for Service Composition", The 3rd International Conference on Computing, Communications and Control Technologies (CCCT '05), Jul, 2005
- [4] Tomonori Izumi, Yu Jaehoon, Tetsuya Kimata, Hiroyuki Ochi, Yukihiro Nakamura, Eiji Omata, Norihiro Ishikawa, "Implementation of AV Control System Over Universal P2P Network", 3rd International Conference on Computing, Communications and Control Technologies (CCCT2005), pp. 9-14, July 2005.
- [5] UPnP <http://www.upnp.org/>
- [6] Java J2SE 1.4.2 <http://java.sun.com/j2se/1.4/>
- [7] Wi-Fi <http://www.wi-fi.org/>
- [8] IrDA <http://www.irda.org/>