

携帯電話からの遠隔カメラ制御の検討

小佐野 智之[†] 石川 憲洋[†] 古村 隆明^{††} 岡部 寿男^{††}

[†]株式会社NTTドコモ ^{††}京都大学

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 P2P オーバーレイネットワークングプラットフォームを Peer-to-peer Universal Computing Consortium (PUCC) と呼ぶコンソーシアムにて研究開発している。本研究では、PUCC プラットフォーム上で携帯電話からの遠隔カメラ制御を実現するために、カメラデバイスメタデータの設計と実装を検討した。さらに、試作したアプリケーションにて動作検証を行い、提案する携帯電話からの遠隔カメラデバイスメタデータの有効性を検証した。

Design and Implementation of Remote Camera Control from Mobile Phones

Tomoyuki Osano[†], Norihiro Ishikawa[†], Takaaki Komura^{††}
and Toshio Okabe^{††}

[†]NTT DoCoMo, Inc. ^{††}Kyoto University.

Abstract Recently, peer-to-peer overlay 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 overlay networking platform for realizing applications in ubiquitous networking environment, which includes home appliance applications. In this paper, the design and implementation of a camera device metadata over the PUCC platform are described for realizing remote control of camera from mobile phones. The prototype implementation shows the feasibility of remote camera control from a mobile phone 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を活用した、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、利便性が低くなる。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 P2P オーバーレイネットワークングプラットフォームの研究開発を進めている[2]、[3]。上記プラットフォームは、PUCG (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、インターネットだけでなく IrDA, Bluetooth, USB などの下位物理ネットワークをシームレスに接続するミドルウェアプラットフォームを目指している。

本稿では、PUCG プラットフォーム上で様々なネットワークを介して、携帯電話からカメラを遠隔制御するためのカメラデバイスメタデータについて、設計、実装を行い評価した。また、検討したカメラデバイスメタデータを用いて市販のカメラを携帯電話から遠隔制御するアプリケーションを試作し、提案方式の有効性を検証した。

2. 要求条件

本章では、本研究で提案する携帯電話からの遠隔カメラ制御のためのカメラデバイスメタデータ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。

- 携帯電話から遠隔の様々な市販カメラに対して、基本的な制御（パン・チルト・ズーム等）が可能であること。
- 様々なメディア形式（映像、静止画、音声）をサポートし、その転送プロトコルを選択できること。
- カメラ以外のデバイス（センサ、HDD レコーダ等）と連携したアプリケーションの構築が実現

可能であること。

2.1 様々な市販カメラに対して携帯電話からの遠隔制御

現在、市販のネットワークカメラには、ビデオチャットなどで主に用いられる Web カメラや、店舗などで用いられる監視カメラ、インターフォンなどに組み込みカメラが存在する。Web カメラは USB を介して PC に接続し、解像度はビデオチャットに適切な 50 万画素程度。パン、チルトなどの基本的な制御コマンドを備えていないものも多い。店舗に設置されている監視カメラなどは、防犯などの用途から解像度も比較的に高く、LAN に接続されている場合が多い。また、複数の映像形式 (H. 264, MPEG4 など) をサポートする場合が多い。これらの様々な機能を持つカメラに対して、携帯電話から統一されたインターフェースを提供する、汎用的なカメラデバイスメタデータであることが求められる。

2.2 様々なメディア形式（映像、静止画、音声）をサポート、転送プロトコルの選択

カメラ毎に、取得できる映像、静止画、音声など転送プロトコルのメディア形式が異なることから、携帯電話を用いてカメラから取得する、映像、静止画、音声のメディア形式を選択できるものとする。さらに、映像取得の場合には転送プロトコル (HTTP, RTPSP 等) を選択可能とする。

2.3 他デバイスとの連携

カメラを用いたアプリケーションでは、人感センサと連携したホームセキュリティ[4]、RFID システムと連携した学童の登下校見守り[5]、音センサと連携した交差点での事故映像記録等[6]、他のデバイスと連携したアプリケーションが数多く開発されている。これらのアプリケーションでは、他のセンサと連携することで、適切なカメラの映像を取得し、ユーザへ提供することが要求される。このような、複数のデバイスからのセンサ情報を用いて、サービスの品質を向上させる方法は広く研究されており、カメラ以外のデバイスから取得したセンサ情報と連携したアプリケーションが構築できることが要求される。

3. カメラ制御プロトコル

3. 1 プロトコルスタック

2章の要求条件に基づき、本研究にて提案するカメラ制御アプリケーションを PUCC 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、PUCC コアプロトコルにて下位レイヤーの差異を吸収する。PUCC コアプロトコルの上位には、ノードの検索、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 PUCC システムプロトコルに加えて、P2P ストリーミング、プリンティングなどのアプリケーション用の PUCC アプリケーションプロトコルが存在する。その結果、PUCC コアプロトコル以下のネットワークを意識する必要はなく、カメラデバイスメタデータを設計することにより、PUCC システムプロトコルと PUCC アプリケーションプロトコルのみを用いることで、カメラの制御を行うことが実現可能となる。

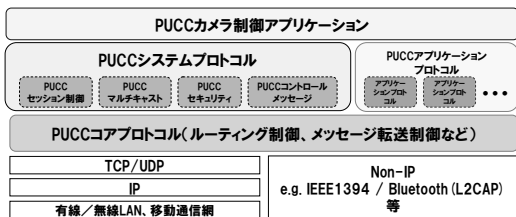


図 1 PUCC プロトコル

3. 1 デバイス・サービスの発見と実行

PUCC プロトコルを実装するデバイスは、デバイスの情報（デバイス名、デバイスの種類、提供する機能（サービス））を XML 形式のメタデータとして持ち、PUCC デバイス発見・サービス実行プロトコルの Discovery メッセージを用いてメタデータの探索を行う。（図2）検索条件を満足するデバイスもしくはサービスが見つかった場合、携帯電話はメタデータに記述されたサービスを Invoke メッセージにより実行することが出来る。（図3）上記のメカニズムにより、新たなデバイスに対してメタデータを定義するだけで、プロトコルを変更することなく、そのデバイスを制御するアプリケーションを実現することが可能となる。



図 2 メタデータとデバイス・サービス探索

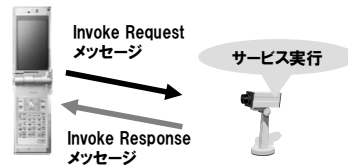


図 3 サービス実行

3. 2 カメラデバイスメタデータ

本研究で提案するカメラデバイスメタデータ（図4）は、市販の様々なカメラデバイスの機能を表現できるように、以下の基本的なサービスを定義している。

1. パン（絶対値/相対値指定）
2. チルト（相対値/絶対値指定）
3. ズーム（相対値/絶対値指定）
4. ホームポジション
5. 画質・解像度設定
6. 使用権獲得・開放
7. 映像・音声のキャプチャ開始・終了（カメラ本体メモリ保存）
8. 映像・音声・静止画のコンテンツタイプとモニタリング手段の取得
9. 静止画モニタリング
10. 画質・パン・チルト・ズーム・使用権の状態値取得

パン・チルト・ズームに関しては、絶対値および現在値を基準とする相対値で制御可能とした。また、本カメラデバイスメタデータでは、カメラが撮影した映像・音声などのコンテンツを本体メモリに格納することをキャプチャと呼び、カメラデバイス本体メモリに格納されたコンテンツを携帯電話にて閲覧することをモニタリングと定義した。また、PUCC カメラデバイスメタデータでは、以下の4つのモニタリング手段を定義している。

1. URL ベース
HTTP や RTSP [7] のように、URL をもとにモニタリング（ストリーミング）を行う。
2. SDP (Service Discovery Protocol) ベース
RTP/UDP のように、SDP にモニタリング（ストリーミング）を行うための情報が記述される。
3. PUCG ストリーミング
PUCG Streaming Protocol [8] で規定されている方法でモニタリング（ストリーミング）を行う。
4. PUCG サービス
PUCG のカメラデバイスメタデータに定義されたサービス（静止画モニタリング）を用いてモニタリングを行う。

```

<?xml version="1.0" ?>
<Device type="http://www.pucc.jp/2007/09/Device/Camera" id="camera1"
name="デバイス名">
  <Specification>
    <Manufacturer>Sony Corporation</Manufacturer>
    // 製造者、製造番号、...
  </Specification>
  <StateVariableList>
    // デバイスの状態変数のリスト
    <StateVariable name="パン角度など変数名" datatype="integer"
sendEvents="no">
    // 初期値、レンジ、...
  </StateVariable>
  <StateVariable .../>
  </StateVariableList>
  <ServiceList>
    // サービスのリスト
    <Service
type="http://www.pucc.jp/2007/09/Device/Camera/Service/Pan"
name="パンなどのサービス名"/>
    <Service .../>
  </ServiceList>
</Device>

```

図 4 カメラデバイスメタデータ例

4. カメラと位置測位センサを用いたオブジェクトトラッキングアプリケーション

4. 1 システムアーキテクチャ

設計した PUCG カメラデバイスメタデータを用いた携帯電話からの遠隔カメラ制御の動作を検証するために、市販のネットワークカメラ、位置測位センサと携帯電話を用いて観測対象の移動に追従してカメラを切り替え、携帯電話へ観測対象の映像を配信するデモアプリケーションを開発した。図 3 にデモシステムの構成を示す。携帯電話は無線 LAN 対応のスマートフォンを用い、位置測位センサ GW および、ネットワークカメラ GW と無線 LAN 経由で接続するものとする。ネットワークカメラ GW および、位置測位センサ GW 上の PUCG プロキシは各デバイス独自に定義している制御プロト

コルと PUCG プロトコルを変換する役割を担っており、携帯電話と PUCG プロトコルを用いて通信する。PUCG プロキシはデバイス毎に存在する。また、位置測位センサは無線 LAN の電波を利用して観測対象の位置を推定するものを用い、複数の位置測位レシーバがひとつの位置測位センサの機能を担うため、一つのプロキシを配置している。PUCG では位置測位センサや、RFID 等に対応したセンサデバイスのメタデータ仕様の検討を行っており、本デモシステムでは PUCG で検討中の位置測位センサメタデータを用いている。

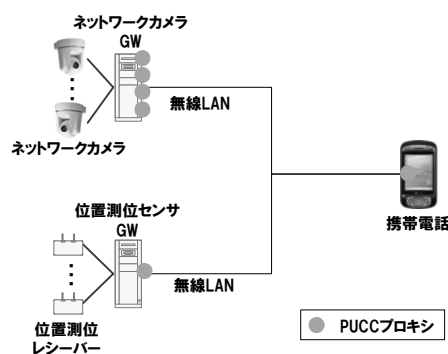


図 5 デモシステム構成

4. 2 メッセージシーケンス

図 5 に本オブジェクトトラッキングアプリケーションにおける、メッセージシーケンスを示す。デモシステムの動作説明を簡易にするため、デバイス・サービス探索および、P2P コネクション確立・開放時のメッセージシーケンスを省略している。以下、シーケンスの詳細について説明する。

① 位置情報の取得要求（位置測位センサ GW）

位置測位レシーバのネットワークへの接続と同時に位置測位センサ GW はメーカー独自のプロトコルを用い、位置測位レシーバへ観測対象の位置情報取得要求を送信する。

② 位置情報の応答（位置測位センサ GW）

位置測位レシーバは位置測位センサ GW からの要求に基づき、観測対象の位置情報を位置測位センサ GW へ送信する。

③ 位置情報の取得要求（携帯電話）

携帯電話は、PUCG プロトコルを用いて位置測

位置センサGW上のPUCCプロキシに対して位置情報取得サービスを実行する。

④ 位置情報の取得 (携帯電話)

携帯電話からの位置情報取得要求に基づき、位置測位センサは携帯電話へ観測対象の位置情報を送信する。本デモシステムでは、定期的に位置情報を携帯電話へ送信する。

⑤ カメラ映像取得要求 (携帯電話)

観測対象の位置情報に基づき、携帯電話上のカメラ制御アプリケーションはカメラとモニタリング方法を選択し、PUCC プロトコルを用いて、ネットワークカメラ GW 上の PUCC プロキシへキャプチャ開始要求メッセージを送信する。

⑥ カメラ映像取得要求 (ネットワークカメラ GW)

ネットワークカメラ GW は独自プロトコルを用い、ネットワークカメラが撮影する映像の取得を要求する。

⑦ カメラ映像の取得 (ネットワークカメラ GW)

ネットワークカメラはネットワークカメラ GW からの映像取得要求に基づき、撮影した映像をネットワークカメラ GW へ送信する。

⑧ カメラ映像の取得 (ネットワークカメラ GW)

ネットワークカメラ GW は⑦にてキャプチャした映像を携帯電話へ送信する。PUCC プロキシは携帯電話から指定されたモニタリング手段で、映像のモニタリングを行う。

以降、観測対象の位置情報を取得し、観測対象の移動に追従して⑤から⑧のシーケンスを実行する。

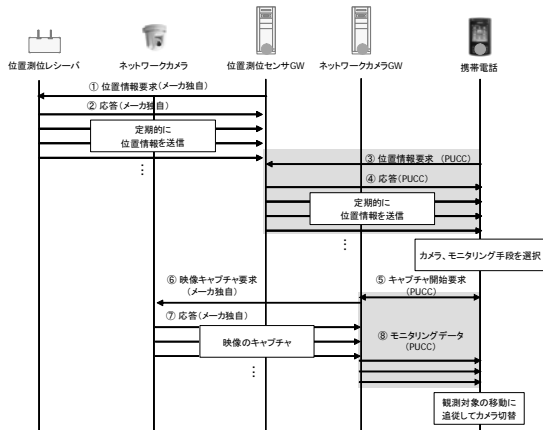


図 6 デモアプリケーションのシーケンス例

4. 3 動作検証

上記デモシステムを用いて、本研究で提案するカメラデバイスメタデータを用いた PUCC プラットフォーム上での携帯電話からの遠隔カメラ制御の有効性を検証した。動作検証の結果、位置測位センサの誤差によって、カメラ選択に若干の誤差があったものの、正常に動作することを確認した。また、映像の取得以外のカメラの基本動作 (パン・チルト・ズーム) についても実証実験を行い、正常動作を確認した。

5. おわりに

本研究では、PUCC プラットフォームを用いた携帯電話からの遠隔カメラ制御を実現するために、カメラデバイスメタデータを設計し、動作検証を実施した。また、位置測位センサデバイスと連携したデモシステムを試作し、カメラとカメラ以外のセンサデバイスとの連携が可能であることを実証した。今後の展望としては、ホームセキュリティ、施設管理など市場ニーズが高いアプリケーションに対して、必要とされる機能を充実させていきたい。

7. 謝辞

本研究開発にあたり、ご多忙中にも関わらず、熱心にご指導下さいました PUCC Streaming WG メンバーの皆様には深く感謝致します。

参考文献

[1] NTTDoCoMo, Inc. <http://www.nttdocomo.co.jp/>
 [2] Norihiro Ishikawa, et al. "PUCC Architecture, Protocols and Applications", 4th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2007), January 2007
 [3] 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
 [4] Nevisa http://panasonic.biz/security/s_netwk/nm210f/casestudy08.html
 [5] 子ども見守りシステム <http://panasonic.co.jp/corp/news/official.data/data.dir/jn070606-1/jn070606-1.html>
 [6] 交通事故自動記録装置 <http://www.omron-fe.co.jp/osl/traffic.html>
 [7] RTSP, IETF RFC2326, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2326.txt>
 [8] 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.