

卒業論文 2010 年度（平成 22 年度）

プライベート EPC を用いた
実空間オブジェクトへのサービスディスカバリ

慶應義塾大学 総合政策学部
富田 千智

プライベート EPC を用いた 実空間オブジェクトへのサービスディスカバリ

論文要旨

サプライチェーンを中心としたバーコードやネットワーク RFID の広がりによって、ID を用いた情報共有が進んでいる。ID を用いた情報システムでは、ID の唯一性が確保されていることと、ID に関係したサービスを発見し、利用できることが重要である。現時点では ID の唯一性を確保するために、登録先を一元化する方法がとられ、登録は通常有料である。しかしこれでは、一般の消費者が ID 空間を持つことは難しく、個人が自分のモノに独自に ID をつけてモノに関するサービスを作ったり、友人と共有できるような世界を実現することは困難である。本研究では、個人が簡単にグローバルユニークな ID 空間 (PEPC: Private Electronic Product Code) を持てる仕組みを提案した。通常、電子タグに記録されている ID は情報システムでグローバルユニークとなるように番号発行機関のドメイン名が付与される。PEPC では、これを利用して、モノが属するカテゴリ番号と、その中でのシリアル番号というように構造化した ID 空間を、個人が所有するドメイン配下で作る。カテゴリは、家族メンバーや、モノの種類で分ける。このように構造化することで、カテゴリ毎に定義されたサービスを DNS の仕組みを使って共有できる。これは、サプライチェーンで使われている国際標準の仕組みと同じである。この際、ID が属するドメインは、タグに書き込んで置くことや、事前に通知するなどの方法で知ることができる。この仕組みを使って、香水に関係したサービスを発見して、共有する情報システムを構築した。香水に PEPC を有するタグが貼付してあり、RFID リーダに香水をかざすと、DNS の仕組みで、香水というカテゴリに対応するサービス（香水を使った日の写真サイト表示）を提供する。このシステムは、ORF で公開し、来場者にインタビューして評価した。香りに関する情報共有という視点に共感を得たり、洋服のおすすめや、コーディネートにつながられるなど、ID をキーとしてモノに関わる様々なサービスを連携させることの有効性を確認した。

キーワード

1. 実空間オブジェクト, 2. アイテムレベルタギング, 3. EPCglobal, 4. モノの記憶,

慶應義塾大学 総合政策学部

富田 千智

Service Discovery using Private Electronic Product code

Summary:

The information system using ID has advanced because bar codes and network RFID have spread in supply chain management. It is important to be able to secure the global unique ID and to discovery and use the services related to ID in the information system using ID.

The organization of registered is unified to secure the global uniqueness ID at this time. And to register is normally not free. However, it is difficult for ordinary consumers to get name spaces of ID. I'd like to make the world in which i can make services tagging to own objects and i can share our objects with my friends. I propose the system that people can have the name space of ID(PEPC : Private Electronic Product Code) in this paper. ID registered to electronic tag is gavin the domain name of the organization to be global uniqueness in the information system.

PEPC use this domain name and make the name space of objects under the individual domain. the structure of ID is consisted of category number and serial number . Category number is consisted of the number of family and the category of objects.

In this way, we can share the services defined as each category by using DNS. it is the same as the global standard system using in the supply chain.

In this case, we can know the domain name belonged ID to write it to the tag or to tell it our friends.

I constrict the information system to discovery and share the services of perfume by using this system. the bottle of perfume has PEPC tag. And the tag provides the service which be linked the category of perfume by using DNS when you put the perfume with tag to RFID reader writer.

This system was published at ORF2010, and i evaluate by doing interview to people to come. i could get sympathy to the idea of smell information of perfume and comment and new idea, so i confirmed that it has the validity which objects linked a lot of services by using ID as a key.

Keywords:

1. real space objects, 2. Item level tagging, 3. EPCglobal, 4. memory of objects,

Keio University, Faculty of Policy Management
Chisato Tomita

目次

第 1 章	序論	8
1.1	はじめに	8
1.2	用語の定義	8
1.3	論文の構成	9
第 2 章	背景	10
2.1	偏在するコンピュータと見えないコンピュータ	10
2.2	モノと記憶	12
2.3	まとめ	13
第 3 章	研究の目的	14
3.1	モノの記憶とモノにまつわる情報の紐付け	14
3.2	実空間オブジェクトの共有	15
3.3	まとめ	16
第 4 章	関連研究	17
4.1	既存技術	17
4.2	RFID 技術	19
4.3	まとめ	24
第 5 章	アプローチ	26
5.1	プライベートタギング	26
5.2	Private Electronic Product Code (PEPC)	26
5.3	サービスディスカバリ	28
5.4	まとめ	29
第 6 章	システム設計	30
6.1	アプリケーション例：香水の思い出サービス	30

6.2	システム全体構成	33
6.3	データの関連	35
6.4	リーダライタモジュール	35
6.5	サービスディスカバリモジュール	36
6.6	アプリケーションサービス	37
6.7	まとめ	37
第 7 章	実装	39
7.1	実装環境	39
7.2	PEPC とサービスディスカバリ	40
7.3	香水の思い出サービスの実装	45
7.4	実証実験	48
7.5	まとめ	49
第 8 章	結論	52
8.1	本提案の解決した課題	52
8.2	本提案の実現した機能	52
8.3	結論	53
8.4	今後の展望	53
参考文献		56

目次

2.1	モノの記憶とデジタル情報の紐付け	12
3.1	RFID を用いたモノの記憶とモノにまつわるデジタル情報の紐付け . . .	14
3.2	モノを他者と共有する	15
4.1	RACOW プロジェクト全体像 (出展：[10])	18
4.2	tales of things トップページ (http://www.talesofthings.com/)	19
4.3	EPCglobal Architecture Framework(出展：[15])	20
4.4	タグ URI と Pure Identity URI	22
4.5	典型的な ONS クエリ (出展：[18])	23
5.1	EPC と PEPC の構造	27
5.2	PEPC と PEPC から生成する URN	27
5.3	サービスディスカバリの動作フロー	28
5.4	カテゴリとサービスの紐付け	29
6.1	香水を使っていた時の写真を提示するサービスの動作フロー	31
6.2	一人で使う場合のユースケース	31
6.3	複数人で使う場合のユースケース	32
6.4	システム全体像	33
6.5	サービスディスカバリとアプリケーション	34
6.6	ID とデータの紐付け	35
6.7	リーダライタモジュール	36
6.8	サービスディスカバリの動作フロー	37
7.1	香水瓶	40
7.2	使用した Gen2 RF タグ	40
7.3	底に RF タグをつけた香水瓶	40

7.4	NEC リーダライタ	40
7.5	PEPC の構成と紐付けするサービス	42
7.6	ONS レポジトリ	44
7.7	Dnsruby を使用した NAPTR クエリを送信するプログラム (ruby) . .	44
7.8	実装した Facebook アプリケーション	45
7.9	Facebook アプリケーションの動作フロー	47
7.10	JSON から写真を表示する URL を抜き出す (php)	47
7.11	Facebook でアルバム情報を取得した結果 (JSON)	48
7.12	Facebook で写真情報を取得した結果 (JSON)	49
7.13	Open Research Forum2010 でのシステムの展示	50

表目次

4.1	SGTIN-96 符号化	22
4.2	SGTIN Partition (出展：EPC Tag Data Standard Version 1.5[17]) .	23
7.1	実装環境	39
7.2	PEPC のデータフォーマット	41
7.3	RF タグに書きこむバイナリ例	41
7.4	SGTIN Filter Value (参照：[17])	42
7.5	PEPC と Pure Identity URI と URN	43
7.6	ONS に用いる NAPTR レコード	43
7.7	写真サービスの比較	45
7.8	実証実験で得たコメント	51

第 1 章

序論

1.1 はじめに

マーク・ワイザーが「The Computer For The 21st Century」と題した論文でユビキタス・コンピューティングの概念を提唱し、20 年が経つ。キーボードとマウスからの入力为主だったコンピュータは、ようやく直接手にとって触れることのできる、生活環境に溶け込んだものになりつつある。そして実空間に存在するモノがインターネットで繋がり、モノに触るといった身体動作だけで、情報操作を行なうことのできる世界が訪れようとしている。実空間に存在するモノが認識され、インターネットに繋がると、身の回りの日用品は、そのモノにまつわるデジタルな情報を、仮想空間に保持するようになる。つまり、モノはそこに「在る」だけでなく、そのモノについて「知る」という意義を持つようになる。

しかし、身の回りのモノでタグがついているものはまだまだ少なく、個人的なモノに ID を割り振りモノをサービスと紐付けすることはできない。そこで、本論文では、個人的なモノに ID を割り振る ID 形式を提案する。また、そのモノを他者と共有したとき、他者がサービスを探すことのできるサービスディスカバリを提案する。

1.2 用語の定義

本論文で用いる用語の定義を以下に述べる。

プライベート空間 自宅やオフィスなどの空間を示す。流通における工場や出荷場、販売店舗ではなく、個人の占有する空間である。

実空間オブジェクト 実空間に物体として存在するモノを示す。本論文ではこの実空間オブジェクトを「モノ」と呼んでいる。

記憶 過去に関する情報のこと。「モノの記憶」は、そのモノを使っていたときの状況や

1.3. 論文の構成

環境についての思い出を指す。

アイテムレベルタギング 個別の商品パッケージに RFID を貼付することを指す。

プライベートタギング プライベート空間にある個人の実空間オブジェクトに RFID を貼付することを示す。

プライベート EPC 本論文で提案する、プライベートなモノに付ける ID を指す。EPC-global が標準化しているタグ ID (EPC) に基づいた ID で、Private Electronic Product Code と呼び、PEPC と省略する。

サービスディスカバリ 実空間オブジェクトに対応した Web サービスを探す仕組みを呼ぶ。

メタ情報 モノを最後に使った時間など、RF タグの ID と紐づいた情報を説明する情報を示す。

共有 実空間オブジェクトを他者に貸したり、譲渡することで他者がそのモノを所有することである。他者は譲り受けたあとでも、同じサービスを受けることができる。これを共有と呼ぶ。

1.3 論文の構成

本論文は9章から構成されている。

第1章で、この論文の主旨を説明し、用語の定義を行なう。第2章では、背景について説明し、第3章で背景をふまえた研究の目的を述べる。第4章では関連研究とその課題を示し、第5章でその課題を解決するためのアプローチを提案する。第6章で、本システムの設計、第7章で具体的な実装と、実証実験について述べる。第8章で本システムの実装に対する評価と結論を述べる。

第2章

背景

紙に印刷された文字というメディアなくしては、今の社会が存在しないのと同じように、コンピュータなしには社会は存在し得ない。この現代のコンピュータについて、偏在するコンピュータ、見えないコンピュータという二つの視点から説明する。そして実空間に存在するモノの記憶について述べ、モノがインターネットと結びつき、モノにまつわる情報を保持することについて説明する。

2.1 偏在するコンピュータと見えないコンピュータ

マーク・ワイザーは「The Computer For The 21st Century」の冒頭で「最も深い技術は見えなくなるものである。日々の生活環境と区別がつかないほど、その中に溶け込む。」と述べ [1]、ユビキタス・コンピューティングを提案した。ユビキタス・コンピューティングは「見えないコンピュータ」という概念であったが、多くの人はユビキタス・コンピューティングを「偏在するコンピュータ」として誤解してきた [2]。

「見えないコンピュータ」と「偏在するコンピュータ」の最も大きな違いは、実空間オブジェクトに注目しているかどうか、という点である。実空間オブジェクトとは、実空間に物体として存在する、生活環境で用いているモノである。

「偏在するコンピュータ」の例は、iPhone である。「偏在するコンピュータ」とは、iPhone が我々の生活に馴染んできたように、小さくなったコンピュータがいつでもどこでも使える電子機器として我々の生活に取り入れられていくということである。

「見えないコンピュータ」の例として、タンジブル・ビット (Tangible Bits) [3] がある。身体を使い、実体があるモノに触ることで、直接的に情報を操作するという研究である。タンジブル・ビットを実現した研究に、musicBottles (ミュージックボトル、音楽の小瓶) [4] がある。これは、瓶の蓋を開けると音楽が流れるという研究である。瓶の中にデジタル情報が入っており、蓋をあけるという単純な動作で音楽が流れ、情報を操作することができ

2.1. 偏在するコンピュータと見えないコンピュータ

る。このように、「見えないコンピュータ」は、生活環境に存在する実空間オブジェクトによってデジタルな情報を操作する。

生活環境に存在する実空間オブジェクトがインターネットで繋がり、それらを触ることで情報を操作する身体動作が、情報操作の中心になる世界が訪れつつある。それは「偏在するコンピュータ」ではなく、実空間オブジェクトを中心とした「見えないコンピュータ」が生活に溶け込む世界である。

「見えないコンピュータ」が実現され、実空間オブジェクトがインターネットに繋がると、身の回りの日用品は、そのモノにまつわるデジタルな情報を添付できるようになるとともに、物理的制約から解放される。デジタルな情報とは、モノを最後に使った日付、といったモノのデータに関するデータのことである。モノがインターネットに繋がると、モノにまつわるデジタルな情報を仮想的に添付することができるようになる。ただそこに「在ること（存在）」だけではなく、そのモノがもつ意義を「知ること（知識）」が可能になる。

また、モノがインターネットにつながり、身体的動作を用いてそれらを操作できるようになると、実空間にあるモノは物理的制約から解放される。ということは、今まで実空間にあるモノは、ただそこに「在る」ことしかできなかった。例えば、図書館にある本は、実空間にあるものはそこにしか存在しないという物理的制約のために、秩序だてて整列しなければならなかった。しかしそれらがインターネットにつながり、検索して場所を見つけることができるようになると、本をアルファベット順に並べる必要はなくなる。このように、モノはそこに「在る」という物理的制約から解放される。

2.2 モノと記憶

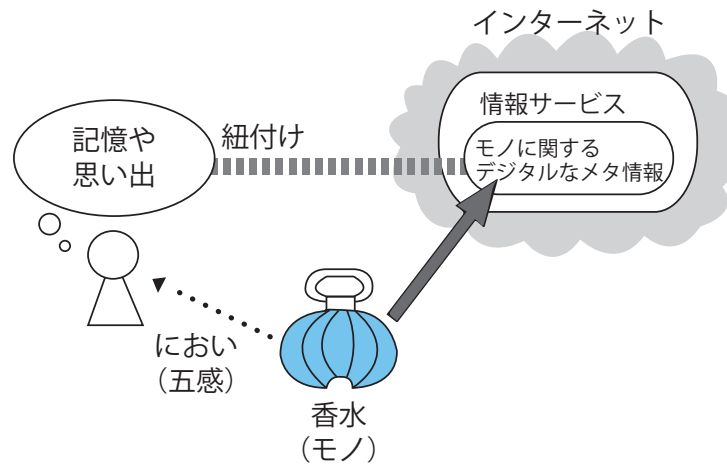


図 2.1 モノの記憶とデジタル情報の紐付け

記憶とは、過去に関する情報である。我々は、五感を使ってモノを認識することで、そのモノにまつわる記憶を思い出すことができる。このモノの記憶は、場所や匂いなどさまざまなものと結びつく。例えば、キケローが「弁論家について」の中で、モノの場所と結びつけて記憶する古代ギリシャの記憶術について述べているように [5]、モノは場所とあわせて覚えることで記憶に残りやすくなる。また、モノの香りによって記憶を思い起こさせる現象を「プルースト効果」という [6]。これはフランスの文豪、マルセル・プルーストが「失われた時を求めて」[7] の文中で、主人公がマドレーヌを紅茶に浸し、その匂いをきっかけに過去の出来事を思い出すというシーンにちなんで付けられたものである。このように、モノとそれを使っていた時間や情景、匂いなどを紐付けることで、強く記憶に残ることができる。

これらのモノの記憶は、一般的にどういうモノにどういった記憶が結びつきやすいといった答えはなく、何気ないものに個々人の思い出が宿る [8][9]。それゆえに所有しているどのモノを認識し、記憶と結びつけるかは、自らが決めるしかない。

実空間に存在するモノが「見えないコンピュータ」として情報空間に取り込まれると、モノ自身はそのモノにまつわるデジタルの情報を保持することができる (図 2.1)。これはモノがインターネットに接続された状態であり、インターネット上にあるモノに関するデジタルな情報とモノを仮想的に紐付けすることができる。つまり、そのモノ自体がモノの記憶を保持することで、モノにまつわる思い出を、時間が経過したあとで振り返ったり、記憶を補完することができる。

2.3. まとめ

また、実空間に存在するモノには、自分だけが所有するのではなく、他者も同時に同じものを所有できる、という特徴がある。そのため、モノがインターネットにつながり、デジタルな情報とともに他者に渡することで、モノと一緒に、個人のモノの記憶も他者と共有することが可能になる。

2.3 まとめ

実空間に存在する身近なモノがインターネットで繋がり、モノを触ることで情報を操作できる世界が訪れつつある。実空間にあるモノがインターネットに繋がり、情報空間に取り込まれると、そのモノ自身がインターネット上に仮想的にデジタル情報を保持することができる。モノ自体が、そのモノにまつわるデジタル情報を保持することで、インターネット上にあるデジタル情報と、記憶や思い出を紐付けすることができるようになる。また、デジタルな情報とともにモノを他者に渡すことで、モノと一緒に、個人のモノの記憶も他者と共有することが可能になる。

第 3 章

研究の目的

本章では, 背景をふまえて, 目的について述べる.

3.1 モノの記憶とモノにまつわる情報の紐付け

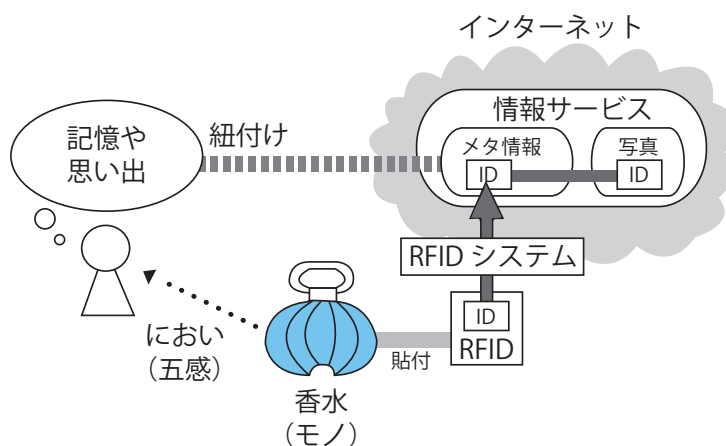


図 3.1 RFID を用いたモノの記憶とモノにまつわるデジタル情報の紐付け

五感を使ってモノを認識し, 思い出す記憶と, そのモノにまつわるデジタルな情報を紐付けする. 図 3.1 に RFID を用いたモノの記憶と, そのモノにまつわるデジタル情報の紐付けを示す. モノと, モノにまつわるデジタルな情報を紐付けするためには, そのモノを認識する必要がある. そこで, 思い出のあるモノに RF タグを貼付する. 例えば, 香水に RF タグを貼付し, RF タグの ID をインターネット上にある, 香水を使っていた日の日付

3.2. 実空間オブジェクトの共有

といったメタ情報や、その日に撮られた写真などの情報と紐付けする。そうすることで、その香水を嗅いだ時に思い出す事柄と、インターネット上にある情報とを紐付けする。

紐付けした情報を、インターネットから探し出すシステムを作成する。そのシステムを、本論文ではサービスディスカバリと呼ぶ。この仕組みを用いることで、RF タグに紐づいた情報を探することができる。つまり、インターネット上の情報サービスの中にある、RF タグがついたモノにまつわる情報を探し出して、取り出すことができる。

3.2 実空間オブジェクトの共有

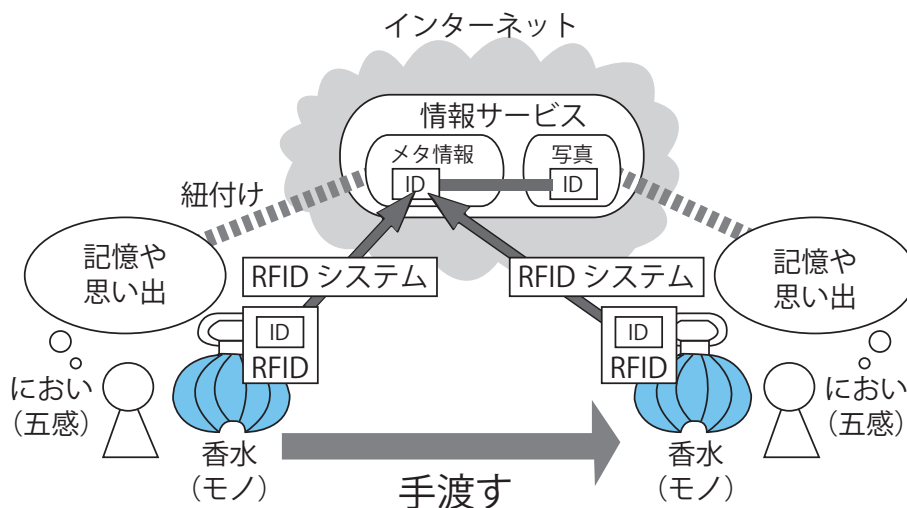


図 3.2 モノを他者と共有する

実空間に存在するモノには、情報空間にあるデータとは異なる大きな特徴がある。実空間に存在するモノは自分だけが所有するのではなく、貸す・渡すといった行為によって他者と共有できることである。モノを他者と共有する時の様子を図 3.2 に示す。

モノを一人で使用している場合には、どのような情報がそのモノに結びついているのかを自分だけが知っていればよい。しかし、貸す・渡すことにより、他者とモノを共有するときに、他者がそのモノに紐づいた情報にアクセスできれば有用である。

他者にモノを渡しても情報を共有できる紐付けを実現するには、そのタグ付けされたモノに紐付いた情報を、インターネットで探することができるようにするための、「サービスディスカバリ」が必要になる。

サービスディスカバリを実現するためには、まずどの情報サービスに、探す対象のモノの情報が存在しているかを知り、続けてそのモノの ID に紐づいたモノにまつわる情報が存在しているかを知る必要がある。そこで、モノにまつわる情報が格納されている情報

3.3. まとめ

サービスを探すための仕組みを実現する。RF タグをモノに貼付する者は、まず RF タグとインターネット上の情報サービスと結びつけ、そのあと情報サービス上にモノにまつわる情報を紐付けする。そしてモノを他者に渡す。モノを渡された人は、サービスディスカバリを用いてモノに添付された RF タグと、どの情報サービスが結びついているかを探し出し、その情報サービスにアクセスして、モノにまつわる情報を見ることができる。

3.3 まとめ

五感を使ってモノを認識し思い出す記憶と、そのモノにまつわるデジタル情報を紐付けする。デジタル情報を紐付けするためには、モノを認識する必要がある。認識するために、モノに RF タグを貼付する。また、そのモノを他者と共有した時に、他者がモノと紐付いた情報を発見できるように、情報が格納されている情報サービスを見つけるためのサービスディスカバリを作成する。

第 4 章

関連研究

本章では、個別のモノをコンピュータで認識し、サービスに紐付けしている関連研究を紹介し、課題を説明する。

4.1 既存技術

モノを認識する技術にはどういったものがあるのか、識別するための ID の形式はどうなっているのか、ID のデータをどのように保持しているのか、の三つに焦点をあて、以下の関連研究について説明する。

- RACOW project
- tales of things

4.1.1 RACOW project

RACOW project とは、現在 Auto-ID Lab. Japan で行っているプロジェクトである [10]。家電にセンサーや RF タグをつけて、ネットワークにつなぐことによって、機器・デバイスに関わるエネルギーサービスや情報サービスを自由に追加し、消費者が選択できる情報システムを実現する。システムの全体像を図 4.1 に示す。

モノの識別には、EPCglobal アーキテクチャで定めている EPC を書き込んだ RF タグを用いている。後述するように、EPC を用いることでモノを特定することはできる。また、ONS と呼ばれるサービスディスカバリを用いることで、モノに関わるサービスを他者と共有することもできる。しかしこのためには、定められた手順で一定の名前空間を購入する必要がある。

4.1. 既存技術

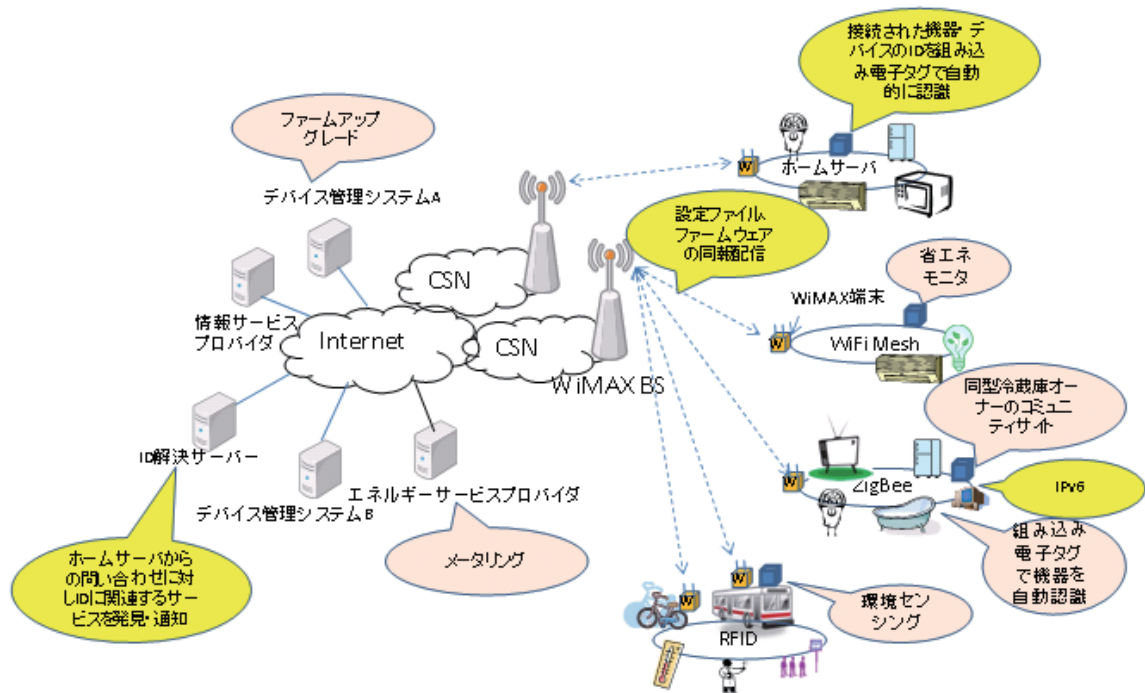


図 4.1 RACOW プロジェクト全体像 (出展: [10])

4.1.2 tails of things

tails of things は、モノに ID をつけ、そのモノの記憶について記述し共有するためのウェブサービスである [11]。図 4.2 にサービスのトップページを示す。RFID と QR コードの両方を用いており、QR コードを iPhone などの携帯電話から読み取り、アプリケーション上でタグ付けを行なう。タグ付けされたモノは、ウェブ上で閲覧することができ、そのモノについての記述を読むことができる。タグ付けする際に、写真も一緒にアップロードすることが可能で、ウェブ上にはその写真が提示される。

RFID や QR コードの ID には、サービス内でユニークなものが発行される。バージョン 3 の QR コードを用いており、ユニーク ID の振り分け方は YouTube のビデオを識別するスキーマに基づいている。ランダムに生成された 8 バイト、つまり 64 ビットで、BASE64 のエンコードを行なう。最後に文字 ('=') をつけることで、BASE64 のエンコーディングの終了を示している。もし 64 ビットの中に URL が含む文字 ('/' '?' ') がある場合には、それを取り除き、パディングを行なう。最後にモノに ID を割り振る前に、すでにある ID と重複しないかチェックを行い、ID を発行する。ID は短いエイリアス URL

4.2. RFID 技術



図 4.2 tales of things トップページ (<http://www.talesofthings.com/>)

(<http://totemplabs.com/<uid>>) に付加し、サービスにひもづける。

情報システムにおける ID の唯一性は、集中管理によって担保している。同様のサービスがあっても、その度に名前を変えるので、ID の唯一性が失われることはない。サービスディスカバリなどの仕組みはなく、サービスをタグ ID に書きこむことで保存している。

4.2 RFID 技術

4.2.1 RFID とは

RFID (Radio Frequency IDentification) とは、ID を埋め込んだ RF タグと無線で情報をやりとりする技術である。現在 RFID は、様々な場面で用いられている。SONY が開発した Felica[12] は、JR 東日本の改札に採用されている Suica[13] に用いられており、アンテナを内蔵した非接触型 IC カードで情報をやりとりする。他にも RFID を用いた例として、空港の航空手荷物管理システム [14] などが挙げられる。また流通においては、RF タグを製品につけることで盗難防止や在庫管理の効率化が可能になっている。

4.2. RFID 技術

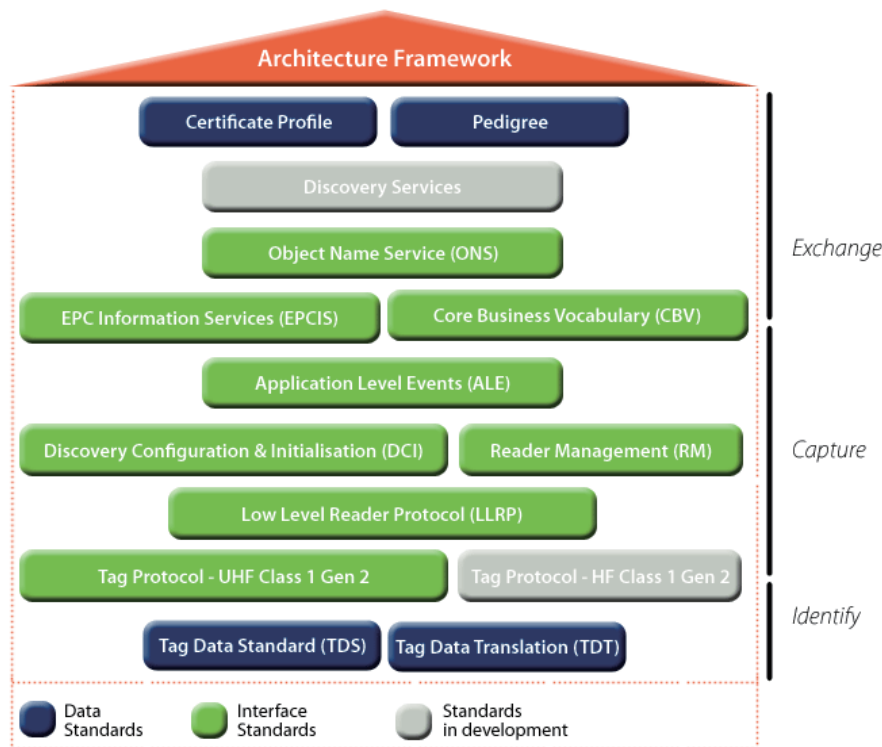


図 4.3 EPCglobal Architecture Framework(出展：[15])

4.2.2 EPCglobal 標準

EPCglobal Network Architecture とは、RFID 技術とネットワーク技術を組み合わせたシステムアーキテクチャである。EPCglobal Inc. の活動によって標準化が進められている。EPC (Electronic Product Code) というグローバルユニークな ID を割り振った RF タグをモノにつけ、モノの位置情報をネットワーク上で管理することを目標としている。主にサプライチェーンマネジメントや製品ライフサイクル管理で使用する。EPCglobal Network を利用するためには、エンドユーザーとして EPCglobal に加入し、企業コードを取得しなければならない。

近年では、サプライチェーンマネジメントで用いるパレットだけでなく、商品に個別に RF タグををつけ商品管理を行なう研究もすすめられている。[16]

EPCglobal Architecture は、図 4.3 に示すような、いくつかの EPCglobal 標準によって構成されている。そしてそれらは以下にあげる三つの役割にわけることができる。

4.2. RFID 技術

- EPC を付加した物質的な物の交換

エンドユーザーは, EPC (Electronic Product Code) で識別する物質的な物の交換を行なう. 多くのエンドユーザーにとって, 物質的な物とは商品であり, それらの物品は流通に関与している. そしてその物品は, 輸送や在庫管理の運営などでやりとりされる. EPC グローバルアーキテクチャフレームワークは, エンドユーザーから他のエンドユーザーへ確実に物を届けることができるように, EPC の物質的な物の交換の標準を定義している.

- データ獲得のための EPC インフラ

EPC のデータを共有するために, 各エンドユーザーは新しい物品のために EPC をつくって, EPC でセンシングした物の移動をたどり, 組織内に記録したシステム情報を集めるという操作を行なう. EPCglobal アーキテクチャフレームワークは, EPC のデータを集め記録するための主なインフラ構成要素のために, 標準インターフェイスを定義しており, それゆえエンドユーザーは内部使用可能な構成要素を用いてシステムを構築することができる.

- EPC データの交換

エンドユーザーは, EPC グローバルアーキテクチャフレームワークを用いることで, データを交換したり, 物の動きを可視化して, 利益を得ることができる. EPCglobal アーキテクチャフレームワークは, エンドユーザーがユーザーの組織内や一般的に社会で定義された EPC のデータを共有したり, また EPC ネットワークサービスや他に共有したサービスにアクセスするために, EPC データ交換の標準を定義している.

EPCglobal アーキテクチャフレームワークには, いくつかの標準化されている仕組みがある. おおまかにこういった仕組みがあるのかを以下に述べる.

Tag Data Standart (TDS)	RFID につけられるユニークな ID. ID 方式の仕様.
EPC Information Service (EPCIS)	詳細な情報を管理する仕様.
Object Name Service (ONS)	名前解決を行なう仕様. DNS 技術を元になっている.
Discovery Service (DS)	検索エンジンのようなもので, 名前検索を行なう仕様.

特に, 今回の提案で参考になっている, TDS と ONS について詳しく述べる.

4.2.3 Tag Data Standard (TDS)

Tag Data Standard は, EPC global における RFID のタグ ID を規定している [17]. 規定されたタグ ID は, 図 4.4 に示すように, タグ URI として表現する. また, タグ URI から Filter Value を除いて Pure Identity URI を作る. Pure Identity とは, 唯一性を担保していることである.

SGTIN-96 符号化の例を表 4.2.3 に示す. 図中にある Header, Filter は, サービスのタ

4.2. RFID 技術

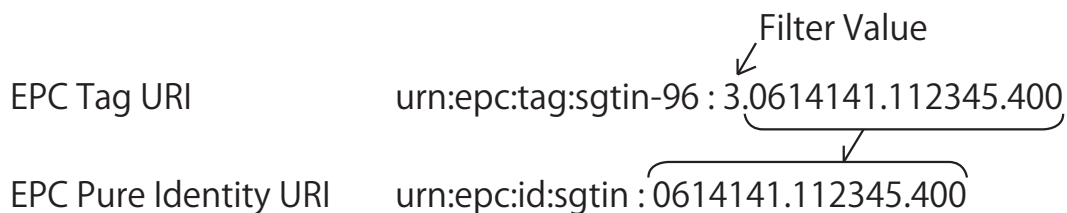


図 4.4 タグ URI と Pure Identity URI

イプによって割り振る [17]. Partition Prefix は企業コード (Company Prefix) のビット数に応じて表 4.2.3 から割り出して、割り振っている。

表 4.1 SGTIN-96 符号化

Scheme	SGTIN-96					
URI Template	urn:epc:tag:sgtin-96:F.C.I.S					
Total Bits	96					
Logical Segment	EPC Header	Filter	Partition Prefix	Company Reference	Item	Serial
Logical Segment Bit Count	8	3	0-6	20-40	24-4	38
URI Portion		F	C.I			S

4.2.4 Object Name Service (ONS)

Object Name Service は、EPC の情報とサービスタイプをもとにサービスの URN を返す。ONS は DNS 技術を基礎として実装している。ONS では DNS レコードに NAPTR ResourceRecord を用いる。レコード内にサービスの URL を記述する際には正規表現を用いる。

4.2. RFID 技術

表 4.2 SGTIN Partition (出展：EPC Tag Data Standard Version 1.5[17])

Partition Value	GS1 Company Prefix		Indicator/Pad Digit and Item Reference	
	Bits	Digits	Bits	Digits
0	40	12	4	1
1	37	11	7	2
2	34	10	10	3
3	30	9	14	4
4	27	8	17	5
5	24	7	20	6
6	20	6	24	7

典型的な ONS クエリを図 4.5 に示し、以下に図中番号に対応した具体的な動作例を述べる。

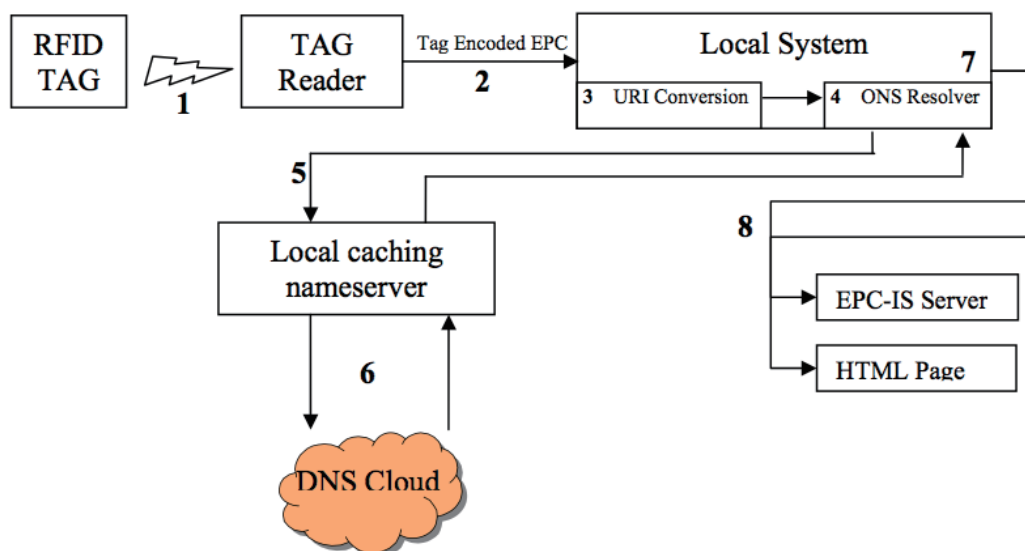


図 4.5 典型的な ONS クエリ (出展：[18])

4.3. まとめ

1. タグリーダが 64-bit RF タグを読む.
例: (10 000 00000000000000 000000000000000011000 0000000000000000110010000)
2. タグリーダは読んだタグのデータをローカルシステムへ送る.
例: (10 000 00000000000000 000000000000000011000 0000000000000000110010000)
3. ローカルシステムは TDS に従い, ビット列を pure identity URI に変換する.
例: urn:epc:id:sgtin:0614141.000024.400
4. ローカルシステムは ONS リゾルバへ URI を渡す.
例: urn:epc:id:sgtin:0614141.000024.400
5. リゾルバは EPC のシリアル番号をとり除き, マネージャ番号とアイテム番号の順番を逆にしドメイン名を付加して, URI を整形する.
例: 000024.0614141.sgtin.id.onsepc.com
6. 整形された URI を DNS に渡す.
7. DNS から帰ってきた URL にアクセスする.
例: http://epc-is.example.com/epc.html

4.2.5 タグの物品への貼付手法

モノに RF タグを貼付して目印をつけることを, タギングと呼ぶ. EPCglobal を用いたタギングでは, アイテムレベルタギングが行われている. アイテムレベルタギングとは, 個別の物品に RF タグを貼付することである. 主に流通において製品の物品管理を行なうために用いられている.

流通の現場で行われているアイテムレベルタギングは, そのほとんどが出荷時のパレットやダンボールなどに RF タグを貼付している. 服などの個別商品に RF タグを貼付し, 店舗での物品管理を行なう研究もされている [16][19] が, 現状では普及していない [20]. そのため, 商品ひとつひとつに RF タグが貼付されていることは少なく, プライベートタギングを行なうためには, 自らモノに RF タグをつける必要がある.

自らモノに RF タグを付ける際には, RF タグに書きこむ ID の形式を決める必要がある. EPC 標準では企業番号を割り当て, 機関が管理することで, バイナリデータでの唯一性を担保している. 標準化されている EPC を用いて, グローバルユニークを確保することが理想である. しかし EPC を使用するには, 企業番号 (Company Prefix) という一定の名前空間を購入する必要がある. 個人は企業番号を取得できないので, EPC を用いてプライベートタギングを行うことは難しい.

4.3 まとめ

モノにまつわる情報を記憶するためには, モノに ID をつける必要がある. 個人でその情報を記録する場合には, 勝手に番号をふればよいが, それを他者と共有するためには, 一

4.3. まとめ

定のルールが必要である。tales of things にしても、EPC にしても、番号発行機関によって唯一性が担保されている。このため追加登録が必要である。また ID を階層化することによって、モノに関わるサービスを DNS を利用して共有できる仕組み（ONS）が用いられている。

第 5 章

アプローチ

第 4 章に述べた関連研究とその課題をふまえて、個人のモノに RF タグを貼付するためのアプローチを述べる。

5.1 プライベートタギング

プライベート空間にある個人的なモノにタギングすることは、アイテムレベルタギングではまだ行われていない。そのため、生活環境にある日用品や、手作りのモノなど、購入時に RF タグが貼付されておらず RF タグを付ける必要のあるモノに、自分で RF タグを貼付する。このタギングを、本論文ではプライベートタギングと呼ぶ。現在、個別の商品に RF タグが貼付されていることは少ないので、プライベートタギングのためには、自らモノに RF タグをつける必要がある。そして、自らモノに RF タグを付ける際には、RF タグに書きこむ ID の形式を決める必要がある。

プライベートタギングの実現のために、EPC を元にした ID 形式を提案する。この ID 形式を、Private Electronic Product Code (PEPC) と呼ぶ。また、プライベートタギングを行ったモノを他者と共有した時に、他者がモノに対してどういったサービスが紐づいているのかを探すための、サービスディスカバ리를提案する。

5.2 節と 5.3 節で、本論文で提案する PEPC とサービスディスカバリの二つについて説明する。

5.2 Private Electronic Product Code (PEPC)

実空間にある個人的なモノが、世界で唯一の自分のモノであると識別するために、RF タグを用いてプライベートタギングを行なう。プライベートタギングを行なう際に、RF タグに書きこむ ID が PEPC である。PEPC に必要な要件は二つある。一つ目は、モノに

5.2. PRIVATE ELECTRONIC PRODUCT CODE (PEPC)

デジタル情報を付加するために、モノをインターネット上にあるサービスと紐付けすることである。モノがどのカテゴリに属するのか分け、カテゴリごとにサービスと結びつける。二つ目は、紐付けしたサービスをインターネットで探することができることである。

5.2.1 PEPC の構造



図 5.1 EPC と PEPC の構造

PEPC のコード体系を EPC のコード体系と比較して図 5.1 に示す。EPC は、製造会社の EPC マネージャ番号 (manager number)、製品番号 (item)、シリアル番号 (serial) から構成している。この EPC マネージャ番号は、各製造会社が EPCglobal に登録して発行を受ける番号である。そのため、個人がこのマネージャ番号を取得することは難しい。そこで PEPC では、モノの所有者 (whom)、モノの分類 (category)、モノの個別識別子 (serial) の階層化を行なう。EPC マネージャ番号ではなく、モノの所有者の番号を任意につけることで、それが誰の所有物なのかを識別する。またモノの分類も個人が任意に決定することができる。

5.2.2 PEPC の URN

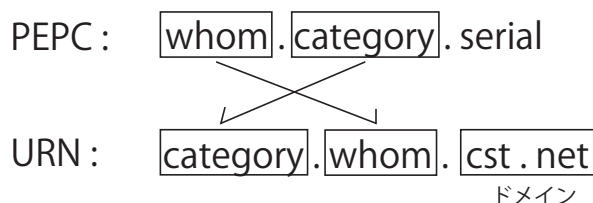


図 5.2 PEPC と PEPC から生成する URN

5.3. サービスディスカバリ

PEPC をサービスに結びつけるために, PEPC にドメイン名を付け加えて, PEPC から URN を生成する. EPC では ONS を引くためのドメイン名は, onsepc.com に固定されている. しかし, 自らプライベートタギングをする時に, ドメイン名が onsepc.com である必要はない. PEPC をつける者が, それぞれドメイン名を付けることでグローバルユニークは確保できる.

URN は図 5.2 に示すように, 個別識別子 (serial) を取り除き, 分類 (category) と所有者番号 (whom) を入れ替えて, ドメイン名をつけ加えて生成する. これは EPCglobal が標準化している TDS[17] に基づくものである. どのドメイン名を付け加えればいいのか, RF タグのユーザ領域に書きこむ. そうすることで, PEPC はグローバルユニークな ID を確保できる.

5.3 サービスディスカバリ

RF タグを貼付したモノを他者と共有する時, 他者がそのモノに対してどのようなサービスが紐づいているかを探すために, サービスディスカバリを実現する. そして, サービスディスカバリを行なうために, ONS[18] を基礎とした名前解決を行なう. ONS は DNS 技術を基礎とした, EPCglobal が標準化している仕組みである. EPC とサービスタイプをもとに, サービスの URL を返す.

サービスディスカバリの動作フローを図 5.3 に示す. ユーザはモノに対応したサービスを探すために, Web サービスにアクセスする. PEPC を読み込み, それに対応する URL を名前解決して問い合わせ, URL を提示する. このサービスディスカバリを使うことで, ユーザは PEPC に対応する各サービスを見つけることができる.

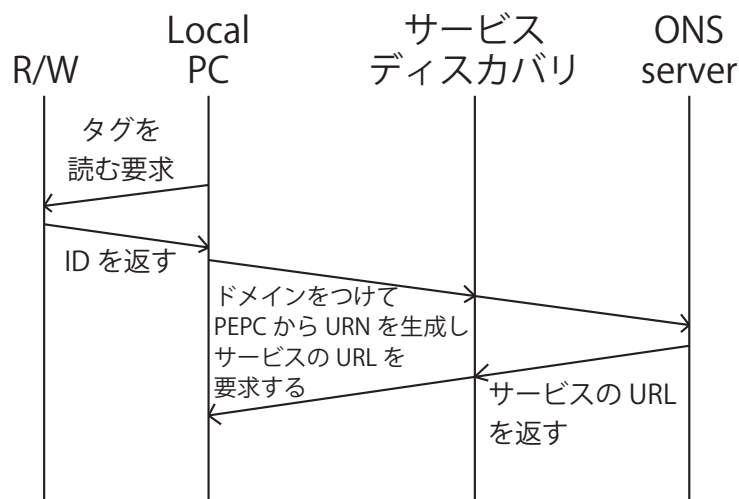


図 5.3 サービスディスカバリの動作フロー

5.4. まとめ

サービスディスカバリは、階層化された PEPC に対して名前解決を行なう。PEPC はカテゴリ分けを行い階層化しているため、カテゴリごとの ID で名前解決を行なうことで、カテゴリに対応したサービスを見つけることができる（図 5.4）。サービスを探すときにはカテゴリまでが分かれば十分で、シリアルは必要ない。

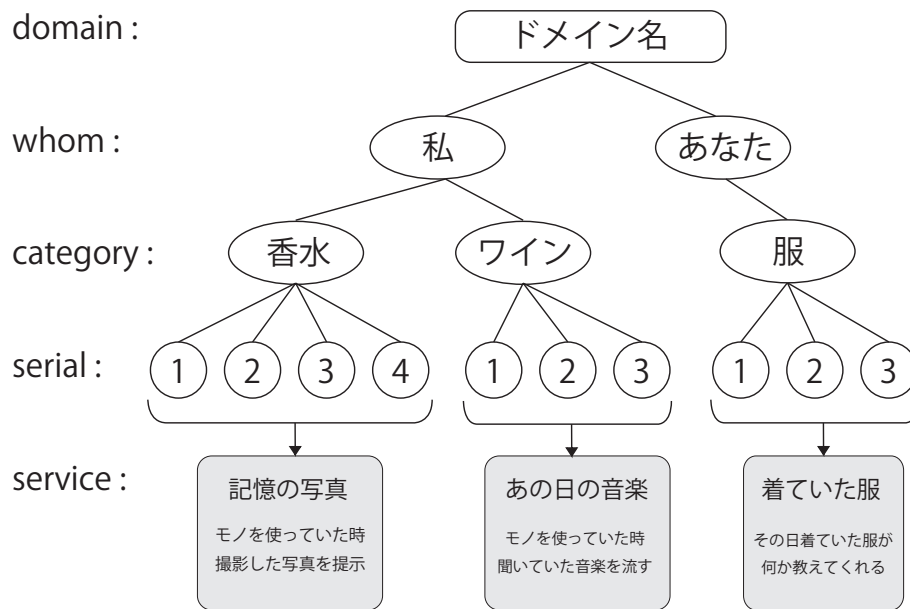


図 5.4 カテゴリとサービスの紐付け

5.4 まとめ

個人のモノに RF タグを貼付する。このタギングをプライベートタギングと呼ぶ。プライベートタギングの実現のために、EPC を元にした ID 形式である PEPC を提案した。カテゴリ分けを行い階層化した構造を持ち、ドメイン名を付加することでグローバルユニークを確保する。ドメイン名は EPC のように onsepc.com に固定ではなく、PEPC を書きこむ者が任意のドメイン名をつける。

また、プライベートタギングを行ったモノを他者と共有したときに、他者がモノに対してどういったサービスが紐づいているかを探すための、サービスディスカバリを提案した。ONS を基礎とした名前解決を行い、カテゴリごとに対応付けられた URL を返す。

第 6 章

システム設計

タグ付けされたモノに、紐付いた情報をインターネットで探すことのできるサービスディスカバリが必要である。本章では、サービスディスカバリを実現するための、システム設計について述べる。PEPC を用いたサービスディスカバリと、そして PEPC を用いることで実現できるアプリケーションの例を提示する。

まずアプリケーションのシナリオを説明し、その次にシステム全体の構成、やりとりするデータの関連、各モジュールの動作について述べる。

6.1 アプリケーション例：香水の思い出サービス

モノと、そのモノを使っていた時のインターネット上にあるデータを結びつけることで、そのモノと記憶の紐付けを行なう。モノの記憶とモノにまつわる記憶の紐付けを行なうアプリケーションの例として、香水と、その香水をつけていたときに撮影した写真を紐付けするサービスを挙げる。香水をコンピュータに認識させ、その香水にまつわるデジタル情報をインターネット上に保持する。そうすることで、香水の香りをかいだときに思い出す記憶と、インターネット上にあるデジタル情報を結びつける。

香水使用時の写真を提示するサービスの動作フローを図 6.1 に示す。サービスディスカバリによってアプリケーションの URL が分かるので、PC でその URL をブラウザで開く。アプリケーションでは PEPC のシリアル番号に基づいて、ID が使われていた時間と紐づいたアルバムの ID をデータベースに問い合わせる。アルバム ID の写真を、コンテンツサービスが提示し、ユーザはその香水を使っていたときに撮影した写真を見ることができる。

6.1. アプリケーション例：香水の思い出サービス

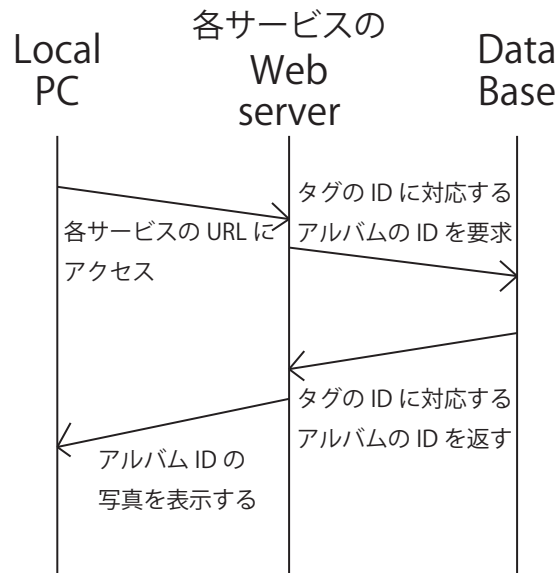


図 6.1 香水を使っていた時の写真を提示するサービスの動作フロー

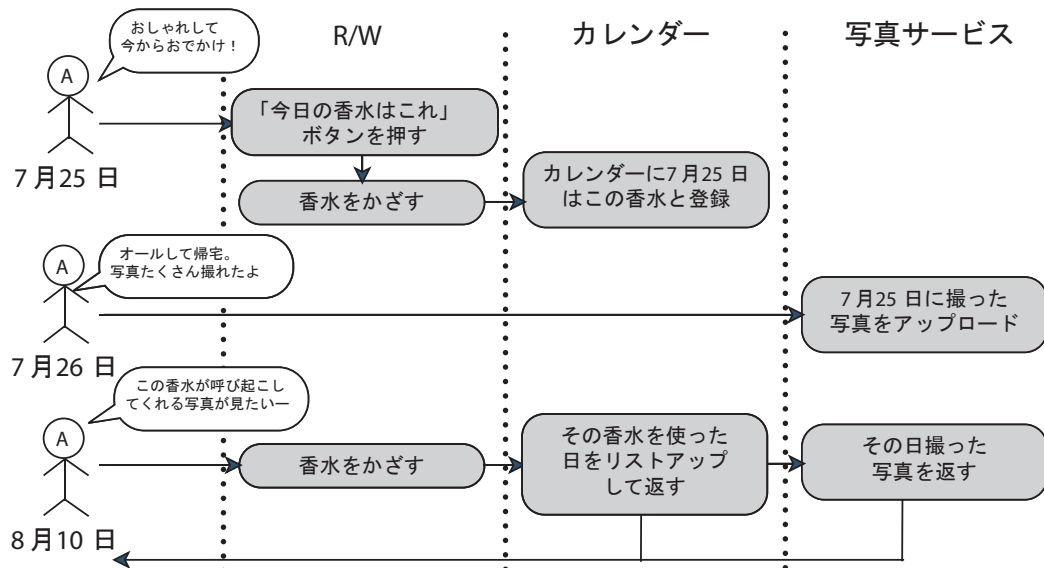


図 6.2 一人で使う場合のユースケース

6.1. アプリケーション例：香水の思い出サービス

6.1.1 ユースケース1：個人での使用

香水と、それに紐付けた写真を提示するサービスのユースケースを図 6.2 に示す。

- モデル：A 子（大学生, 21 歳）
- 背景：気分や天気によって毎日付ける香水を変えている。スマートフォンで撮影した写真を頻繁にインターネットサービスにアップロードしている。

まず、出かける前に RF タグのついた香水をリーダライタで読み、今日はどの香水を使っているかを登録する。外出先でたくさんの写真を撮り、帰宅後それらを写真サービスにアップロードする。後日、その香水をリーダライターにかざすと、その香水をつけていた日から、その日に撮影された写真を返して提示する。

6.1.2 ユースケース2：複数人での使用

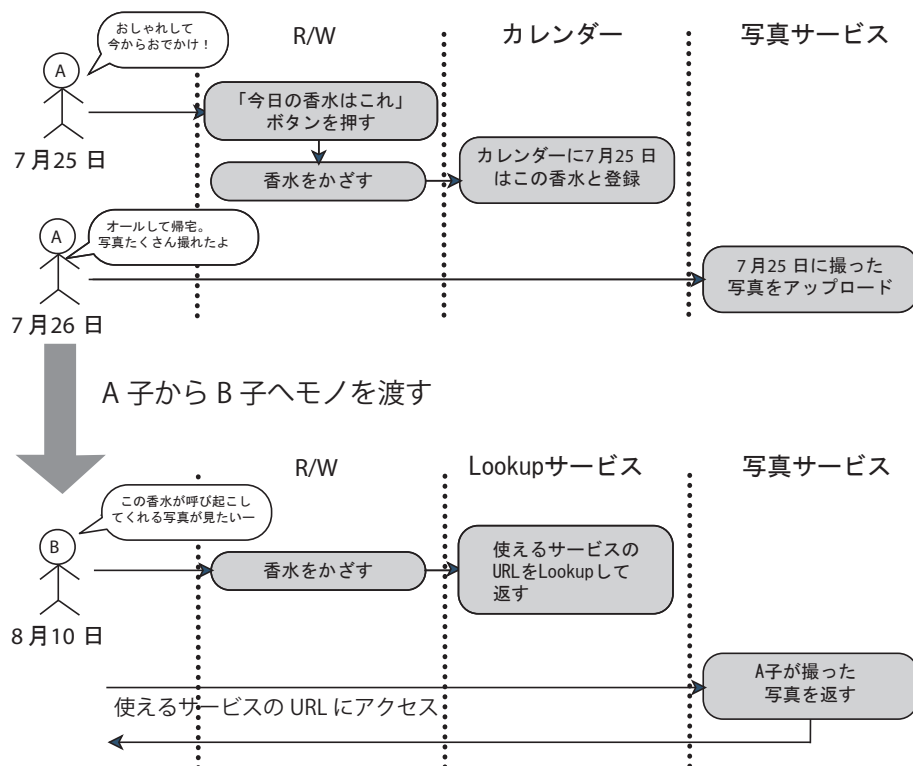


図 6.3 複数人で使う場合のユースケース

6.2. システム全体構成

複数人で使用するユースケースを図 6.3 に示す。

- モデル：A 子（大学生, 21 歳）, B 子（大学生, 22 歳）
- 背景：A 子と B 子は普段からよく一緒に過ごしており, A 子は B 子の誕生日プレゼントに香水をあげることにした。プレゼントする香水にタグをつけ, B 子と一緒に過ごしているときには写真を撮影している。

A 子が B 子と一緒にいるときに撮影した写真を香水と紐付けておき, その香水をプレゼントする。B 子は, その香水にどのサービスが結びついているか調べるために, PEPC にドメイン名をつけサービスディスカバリに問い合わせる。サービスディスカバリは, A 子が登録している写真サービスを返し, B 子はその写真サービスにアクセスすることで, 香水をトリガーとして A 子が撮った写真を見ることができる。

6.2 システム全体構成

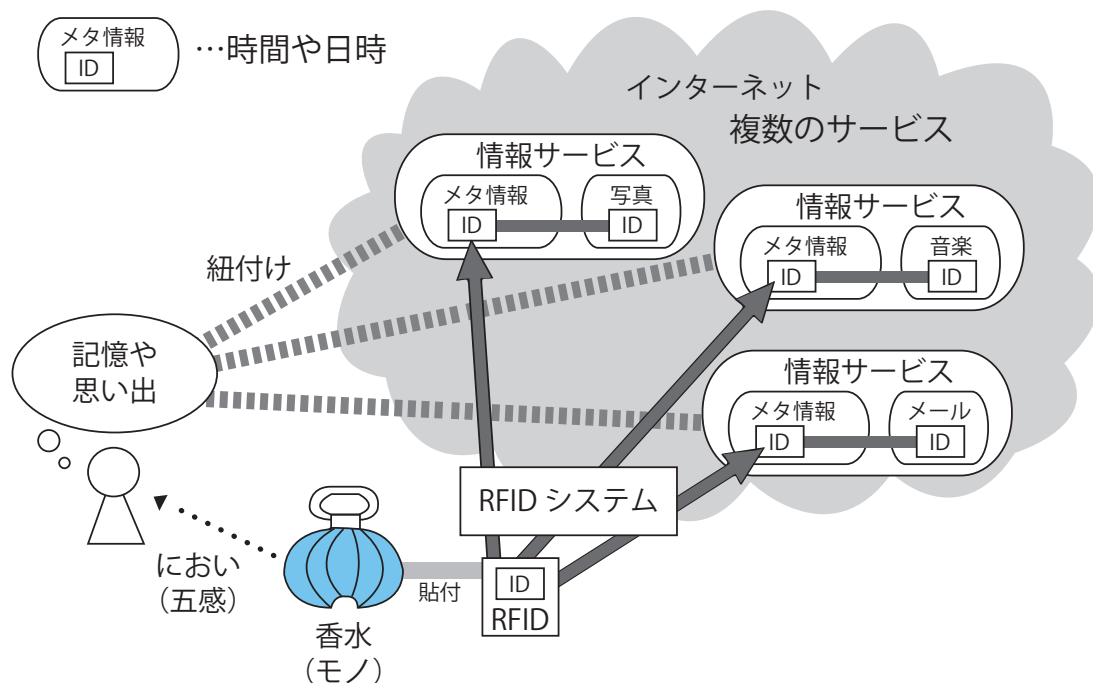
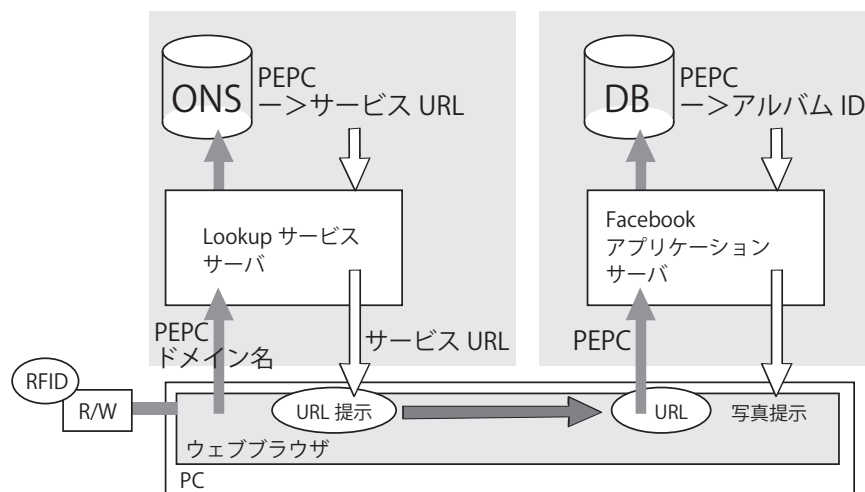


図 6.4 システム全体像

システムの全体像を図 6.4 に示す。モノに RF タグを貼付し, 複数の情報サービスと紐付けすることができる。今回あげる例は, 香水の香りと, その香水を使っていた時に撮影した写真を紐付けするアプリケーションである。

6.2. システム全体構成



名前	サービスディスカバリ	アプリケーション
機能	アプリケーションの URL を返すサーバ	PEPC に紐づいたモノにまつわる情報を返す
必要なキー	PEPC とドメイン名	PEPC

図 6.5 サービスディスカバリとアプリケーション

サービスディスカバリとアプリケーションの動作を図 6.5 に示す。図 6.5 は、PEPC を用いたサービスディスカバリと、PEPC を用いることで実現できるアプリケーションの例を左右に並べて説明している。

本システムでは、システムを Web サービスとしてモジュール化して構成している。モジュールは、大きく分けて二つあり、リーダーライタでタグを読み、PEPC を得るリーダーライタモジュールと、サービスディスカバリを行なう部分である。

リーダーライタは PC に USB で接続しており、シリアル通信を行なう。リーダーライタで RF タグを読み取り PC に送り、PC は読み込んだ PEPC とドメイン名から URN を生成して、サービスディスカバリに投げる。サービスディスカバリは ONS に問い合わせ、アプリケーションの URL を返す。アプリケーションは PEPC と紐づいたデータをデータベースに問い合わせ、紐付けたアルバム ID を返す。そして返ってきたアルバム ID を含む URL にブラウザからアクセスし、コンテンツを表示する。

6.3 データの関連

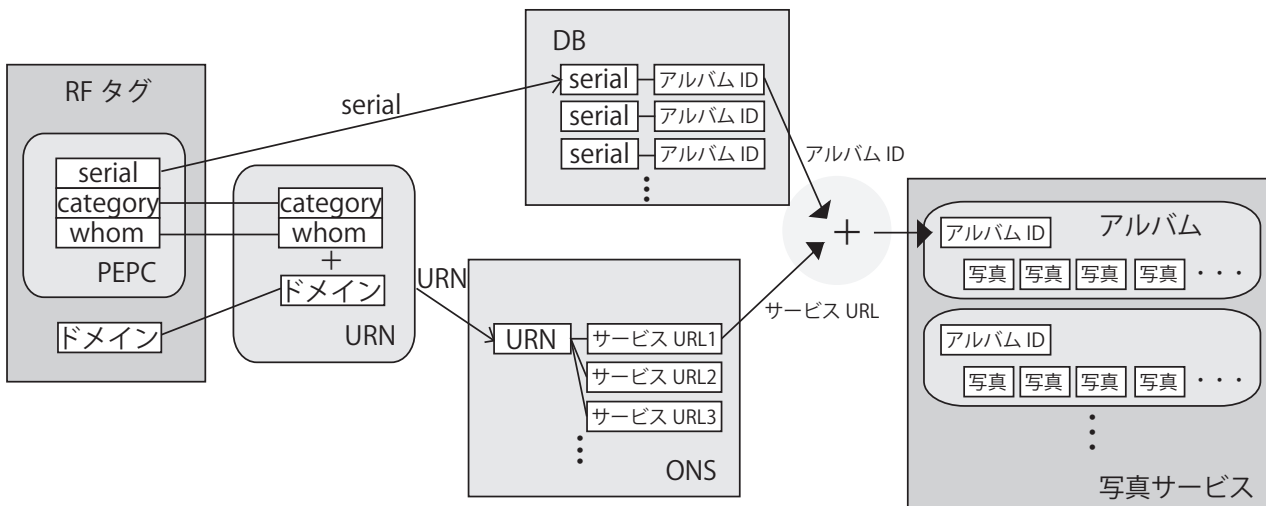


図 6.6 ID とデータの紐付け

サービスディスカバリとアプリケーションの間で、どのように ID とデータが関連付けられているかを図 6.6 に示す。

PEPC は、シリアル番号、カテゴリ番号、所有者番号の三種類の番号から成り立つ。PEPC のカテゴリ番号、所有者番号にドメイン名を付加して URN を生成する。生成した URN と紐付けされているサービス URL をサービスディスカバリで Lookup し、サービスの URL を取得する。一方、PEPC のシリアル番号はデータベースに問い合わせ、シリアル番号に対応するアルバム ID を取得する。取得したサービスの URL にアクセスし、取得したアルバム ID を問い合わせることで、写真サービスのアルバム内にある写真を見ることができる。このようにして、PEPC と、写真サービス内にあるアルバムの紐付けを行なう。

6.4 リーダライタモジュール

リーダーライタは HTTP 通信で PEPC とドメイン名を読み取る。リーダーライタは使用する OS 環境に使用するライブラリの制限を受ける。PC の OS 環境に依存することのないように、HTTP を用いる。HTTP を使うことで、インターネットが使える環境であれば、どの OS からでも情報を取り出すことが可能になる。

リーダーライタモジュールの構造を図 6.7 に示す。実装で用いた NEC リーダライタは

6.5. サービスディスカバリモジュール

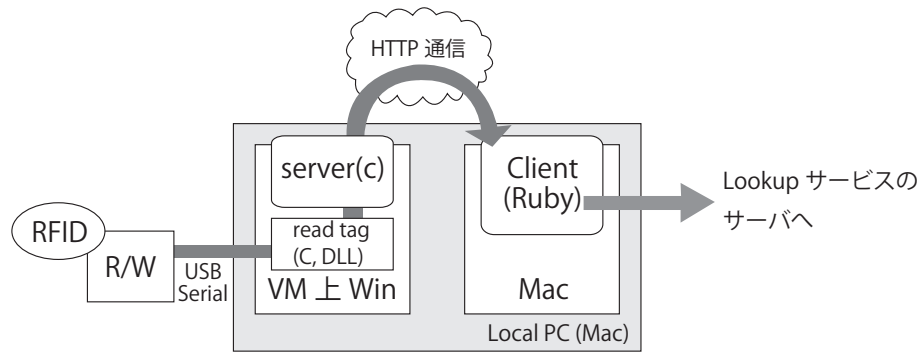


図 6.7 リーダライタモジュール

Windows 環境でのライブラリを使用しているため、Windows 環境に依存している。そこで、Mac 上の仮想マシンの Windows でリーダライタにアクセスするプログラムを動かす。この Windows と、PC である Mac 間で通信を行い、データをやりとりをする。RF タグを読み取る部分は、C 言語で先述のライブラリを用いて実装した。リーダライタはこの Windows と USB シリアルで通信を行い、Windows に読み取った RF タグにかきこまれた PEPC のバイナリデータを送る。PEPC のバイナリデータを PEPC タグ URI に変換し、Windows のサーバはこれによって得られた URI を、HTTP 通信で PC のクライアントに送る。Windows 上のサーバは C 言語で、Mac 上のクライアントは Ruby で実装した。PC は PEPC タグ URI とドメイン名から Pure Identity と URN を生成する。そしてサービスディスカバリの Web サーバにアクセスし、URN を投げて RF タグに対応したサービスの URL を取得する。

6.5 サービスディスカバリモジュール

どの情報サービスに、モノにまつわる情報が存在しているかを探すために、サービスディスカバリを作成する。

サービスディスカバリの動作フローを図 6.8 に示す。

URL を lookup するサービスディスカバリを、Web サービスで実現している。各自がそれぞれの PC で処理する必要はないので、Web サービスにしてモジュール化することで、PC で処理する部分が少なくなり、負荷を少なくできる。

PC から Lookup を行なう Web サービスにアクセスして、リーダライタで RF タグを読みとった PEPC を渡す。リーダライタでタグを読んだ段階では PEPC とドメイン名はバイナリなので、PC 内で PEPC とドメイン名から URN を生成し、生成された URN をサービスディスカバリに渡す。サービスディスカバリは、その URN の名前解決を行う。サービスディスカバリは、NAPTR レコードでタグの URN に対応するサービスの URL

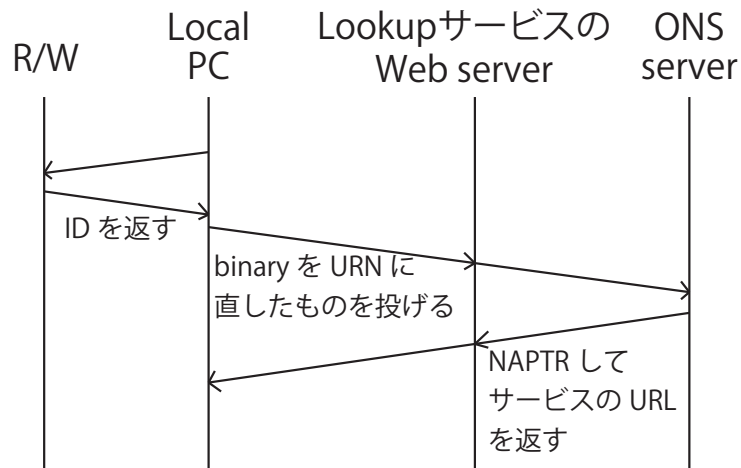


図 6.8 サービスディスカバリの動作フロー

を返し、提示する。これによりユーザは RF タグにどのコンテンツサービスが結びついているか探ことができ、提示した URL にアクセスすることでサービスを利用できる。

6.6 アプリケーションサービス

アプリケーションの例として、時間というメタ情報をキーにして、モノと、モノにまつわる情報の紐付けを行なう。

モノとそのモノを使っていた時の記憶を紐付けするために、日時や時間をメタ情報として紐付けする。ひとつのモノと、インターネット上にある一つのデータを紐付けするのではなく、モノを使っていたときに撮影した写真や流していた音楽、気象データなどの情報を、一度日時や時間と結びつけ、その時間同士を紐付けすることで、モノとそのモノを使っていた時間のメタ情報を紐付ける。

この仕組みを用いたコンテンツとして、香水とその記憶を紐付けて提示するサービスを例にあげる。ここでは記憶とは、その香水を使っていたときに撮影した写真とし、ある香水を認識すると、その日の写真を提案する。

6.7 まとめ

タグ付けされたモノに、紐付いた情報をインターネットで探すことのできるリソースディスカバリが必要である。本章では、PEPC を用いたサービスディスカバリと、そして PEPC を用いることで実現できるアプリケーションを提示し、システム設計の構成、やり

6.7. まとめ

とりする PEPC とデータ, 各モジュールについて述べた. アプリケーションは, 香水の香りと, その香水を使っていたときに撮影した写真を紐付けする写真サービスのシナリオを提案した. このサービスは, 時間をメタ情報として, RF タグの PEPC と写真を紐付けた.

第 7 章

実装

本章では、実装内容について説明する。実装は、PEPC とサービスディスクバリの実装と、それを用いた香水の思い出アプリケーションの二つに分けて説明する。

7.1 実装環境

実装に使用したものを以下に示す。

表 7.1 実装環境

リーダライタ	NEC マルチリーダライタ N8368-P0036S01 (図 7.4)
RF タグ	Gen2 RF タグ (図 7.2)
PC	Mac OS X 10.5.8, Mac 仮想マシン上 Windows XP
サーバ	Ubuntu
アイテム	香水 4 つ (図 7.1) (図 7.3)

モノにつける RF タグが、どのような種類のものでも対応できるように、リーダライタには、多数のプロトコルに対応できる NEC のリーダライタを用いた。RF タグには Gen2 の RF タグを用いている。これは今回提案した PEPC を SGTIN で実装したためである。タグエンコーディングには sgtin-96 を用いている。ローカル PC には Mac OS X を使用した。Mac OS の仮想マシン上で Windows XP を動かし、NEC リーダライタを接続している。これは、NEC リーダライタが Windows 環境でのライブラリを使用しているために、Windows でしか動作しない。Ubuntu サーバは ONS レポジトリを立て、各サービスを提供するために用いた。香水瓶は 4 種類使用しており、気分や天気によって付ける香水

7.2. PEPC とサービスディスカバリ



図 7.1 香水瓶



図 7.2 使用した Gen2 RF タグ



図 7.3 底に RF タグをつけた香水瓶



図 7.4 NEC リーダライタ

を日々変えることを想定している。

7.2 PEPC とサービスディスカバリ

ここでは、PEPC の実装について述べる。

7.2.1 PEPC の実装

実験で用いる PEPC のデータフォーマットを表 7.2.1 に示す。

sgtin-96 を用いるため、全体の bit 数は 96bit になっている。二行目に区分、三行目にそれぞれの bit 数を示した。各区分の bit 数は EPCglobal で標準化している TDS に基づいて。TDS ではここに示した所有者番号、カテゴリ番号にあたる、マネージャー番号とアイテム番号の bit 数に変動がある。これはマネージャー番号が各企業に割り振られる際、

7.2. PEPC とサービスディスカバリ

表 7.2 PEPC のデータフォーマット

	Total Bits 96					
区分	Header	Filter	Partition	whom number	category number	serial number
bit 数	8	3	3	20	24	38

異なった bit 数のものを配布するからである。本論文では、マネージャ番号にあたる所有者番号の長さは、自身で設定するので、20bit の固定にする。したがって、アイテム番号にあたるカテゴリ番号の長さも、固定とする。

表 7.2.1 に従い、RF タグに書きこむ内容を、表 7.2.1 に示す。

表 7.3 RF タグに書きこむバイナリ例

bit 数	区分	意味合い	十進数	二進数
8bit	Header			0011 0000
3bit	Filter		0	000
3bit	Partition		6	110
20bit	whom	me	31920	00000111110010110000
24bit	category	perfume	16518	0000000000100000010000110
38bit	serial	first	1	0000000000000000000000000000000000000001

必要な bit 数に従って、各区分に書きこむ二進数を示している。またその二進数をもつ意味合いと、十進数に変換したものも並べて示す。ヘッダの値は EPC で定められているものである。フィルターの値は、SGTIN の EPC タグを用いる際、その RF タグの使用目的によって、タイプ別に分けられている。（表 7.2.1）

表 7.2.1 にあるタイプのうち、本論文の実装に当てはまるタイプはないので、「All Others」を選択する。よって、値は 000 になる。次に、パーティションについては、第 4 章で既に示した表 4.2.3 に従い値を定めた。所有者番号とカテゴリ番号をそれぞれ 20bit, 24bit と固定で定めているため、表から 20bit, 24bit の行を参照し、パーティションの値は 6 となる。所有者番号とカテゴリ番号、シリアル番号については、全て自身で値を定めた。

今回使う RF タグに定めた値と、RF タグに紐付けするサービスの構成を図 7.5 に示す。

上からドメイン、所有者、カテゴリ、シリアルと階層化して図にしておき、一番下に各 RF タグに結びつくサービスを示している。図中では、otedama.org のドメインの中に、二

表 7.4 SGTIN Filter Value (参照: [17])

Type	Filter Value	Binary Value
All Others	0	000
Point of Sale Trade Item	1	001
Full Case for Transport	2	010
Reserved	3	011
Inner Pack Trade Item Grouping for Handling	4	100
Reserved	5	101
Unit Load	6	110
Unit inside Trade Item or component inside a product not intended for individual sale	7	111

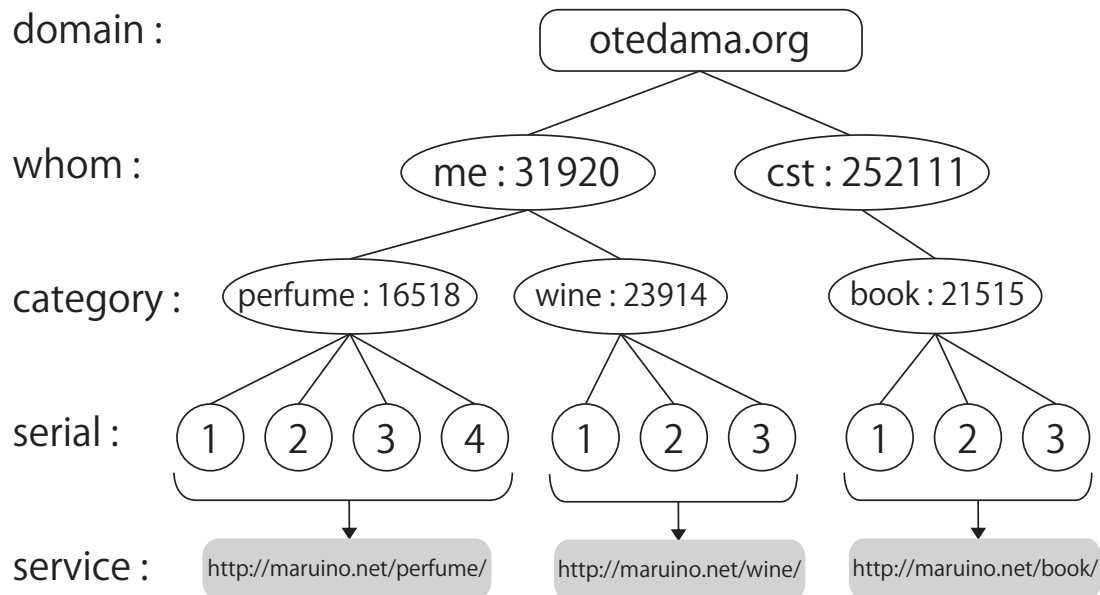


図 7.5 PEPC の構成と紐付けするサービス

つの所有者番号, me と cst を設定している. me の下に perfume と wine, cst の下に book というカテゴリがある. これらに割り振っている番号は全て任意である. さらに perfume の下に 4 つ, wine の下に 3 つ, book の下に 3 つのシリアルがある. 例えば, 「私の持って

7.2. PEPC とサービスディスカバリ

いる、香水の、シャネル 5 番」は「me の、perfume の、1」となる。同様に、「彼女の持っている、本の、グーテンベルグの銀河系」は「cst の、book の、3」というようになる。このように、それぞれの所有物を所有者とカテゴリ、シリアルに分けることで階層化している。それぞれのものは、カテゴリごとにサービスに対応する。カテゴリが perfume であればシリアル番号が異なっても香水のサービスに対応づける。

図 7.5 で示した PEPC の中から、「me の、perfume の、1」を例にして、PEPC と Pure Identity URI, PEPC から生成した URN をどう表すかを、表 7.2.1 に示す。

PEPC のタグ URI は、図のようになる。フィルター、所有者番号、カテゴリ番号、シリアルをドットで区切り表記する。そしてこのタグ URI から、フィルターを取り除き、Pure Identity URI を生成する。さらにこの URI から、シリアル番号を取り除き、所有者番号とカテゴリ番号を入れ替えて、ドメインを付け加えることで URN を生成する。従って URN は、カテゴリ番号、所有者番号、ドメインをドットでつないだものになる。今回は個人で用いるドメインとして、実験用に otedama.org というドメインを用いた。以上が、PEPC についての実装である。

表 7.5 PEPC と Pure Identity URI と URN

PEPC Tag URI	urn:pepc:tag:sgtin-96:0.31920.16518.1
PEPC Pure Identity URI	urn:pepc:id:sgtin:31920.16518.1
PEPC から生成する URN	16518.31920.sgtin.otedama.org

7.2.2 サービスディスカバリの実装

表 7.6 ONS に用いる NAPTR レコード

Order	Pref	Flags	Service	Regexp	Replacement
0	0	u	EPC+html	!^.*\$!http://maruino.net/perfume/!	.(a period)

つぎに、ONS の実装について述べる。ubuntu サーバに BIND[21] をたて、otedama.org のネームサーバ (NS) の中に NAPTR レコードを記述することで、ONS を実装した。ONS に用いる NAPTR レコードを表 7.2.2 に示す。NAPTR レコードの中に記述する URL は、正規表現を用いる。この ONS レポジトリを図 7.6 に示す。

サービスディスカバリは、Ruby CGI を用いて実装している。ONS を Lookup する部分は、Dnsruby[22] という RubyGems[23] を用いている。

7.2. PEPC とサービスディスカバリ

\$TTL 3h									
otedama.org.	IN	SOA	ns.otedama.org.	cst.sfc.wide.ad.jp	(				
2011011411									
10800									
15M									
3600000									
3600									
)									
otedama.org.	IN	NS	ns.otedama.org.						
otedama.org.	IN	NS	ns2.otedama.org.						
ns.otedama.org.	IN	A	203.178.141.61						
ns2.otedama.org.	IN	A	203.178.141.32						
otedama.org.	IN	A	203.178.141.61						
16518.31920.otedama.org.	IN	NAPTR	0	0	"u"	"EPC+http"	"!^.*\$!http://maruino.net/perfume/!"	.	
23914.31920.otedama.org.	IN	NAPTR	0	0	"u"	"EPC+http"	"!^.*\$!http://maruino.net/wine/!"	.	
21515.252111.otedama.org.		IN	NAPTR	0	0	"u"	"EPC+http"	"!^.*\$!http://maruino.net/book/!"	.

図 7.6 ONS レポジトリ

```
res = Resolver.new
ret = res.query(" PEPC から生成した URN" , "NAPTR")
print ret.answer
```

図 7.7 Dnsruby を使用した NAPTR クエリを送信するプログラム (ruby)

PEPC から生成された URN を ruby のプログラムに渡し, Dnsruby の NAPTR クエリを用いて (図 7.7) Lookup を行った.

7.3. 香水の思い出サービスの実装

7.3 香水の思い出サービスの実装

表 7.7 写真サービスの比較

サービス名	ユーザ数	SNS	顔認識	人へのタグ付け	ジオタグ	アクセス制御
mixi	2000 万人	○	×	×	×	○
Facebook	5 億人	○	○	○	○	○
Flicker	800 万人	×	○	○	○	△
Picasa	500 万人	×	○	○	○	△
twitter	2 億人	△	×	×	×	×



図 7.8 実装した Facebook アプリケーション

香水の思い出サービスは、香水を使っていた日に撮影した写真を提示する Web サービスである。この写真サービスを、Facebook^{*1}のアプリケーションとして実装した。

^{*1} <http://www.facebook.com/>

7.3. 香水の思い出サービスの実装

Facebook とは、世界最大の SNS である。現在も、Facebook は急成長を続けており、2010 年には Google を抜いて米国で最もアクセス数の多い Web サイトになった [24]。実名を公開しているユーザが多いのが特徴で、プライベートな写真や、顔写真なども多くアップロードされている。2008 年から日本語での公開が行われているが、日本では mixi^{*2}などの既存の SNS や、後発の Twitter^{*3}に押されている。

ではなぜ Facebook を選んだのか、理由を説明するために、他の写真をアップロードできるサービスとの比較を表 7.3 に示す。主なサービスとして mixi, Facebook, Flickr^{*4}, Picasa^{*5}, twitter をあげる。

まず、2010 年 12 月の段階で各サービスの全世界でのユーザ数はおおよそ表 7.3 のようになっている。Facebook のユーザ数が最も多く、他のサービスと差をつけている。Facebook は現在も急成長を続けているため、今後もユーザ数の増加が見込まれる。

次に、写真サービスとしての特徴に注目して各サービスを比較する。顔認識、人へのタグづけ、ジオタグの機能が付いているのは Facebook, Flickr, Picasa の三つである。mixi と twitter は元々写真をメインに扱っているサービスではないため、これらの機能がついていない。今回実装するサービスでは、顔認識や人へのタグづけを用いて RF タグと紐付けを行なう場合も想定し、写真への機能があるサービスを選ぶことにした。

最後に、SNS サービスである Facebook を選んだ理由を述べる。表の中で、SNS の形態をとっているのは、mixi, facebook である。ここで重要な点は、アクセス制御である。アクセス制御とは、写真をどの範囲まで公開するか決める制限のことである。mixi や Facebook といった SNS は、個々人までグループ分けして詳細に公開範囲を決めることができる。しかし、Flickr と Picasa は、自分、家族、友達といった大まかな公開範囲のグループ分けしか存在しない。twitter にいたっては、オープンアカウントかプライベートアカウントかの違いしかなく、アクセス制御は極めてシンプルである。

今回作るサービスは、香水を使っていた日の写真を全てひもづけるので、全ての人に写真を見せることには抵抗がある。そこで、SNS を用いて極め細やかなアクセス制御を行なうことで、必要以上に公開を行なう必要はない設計にした。

また、自分の写真を実世界の知り合いと共有しやすくするために、SNS を用いた。

実装した Facebook アプリケーションの表示画面を、図 7.8 に提示する。

次に、Facebook アプリケーションの具体的な実装について説明する。図 7.9 に、Facebook アプリケーションの動作フローを示す。

読み込まれた PEPC を用いて、Facebook アプリケーションにアクセスする。Facebook アプリケーションに登録されている ID ならば、その ID に対応するアルバム ID をデータ

^{*2} <http://mixi.jp/>

^{*3} <http://twitter.com/>

^{*4} <http://www.flickr.com/>

^{*5} <http://picasaweb.google.com/>

7.3. 香水の思い出サービスの実装

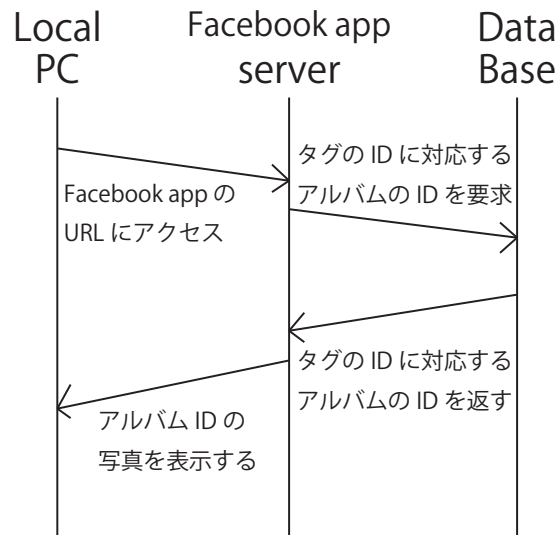


図 7.9 Facebook アプリケーションの動作フロー

```
print("");
for($i=0; $i<count($octfes['data']); $i++){
    if ($i != 0) {
        print(',');
    }
    print($octfes['data'][$i]['images'][0]['source']);
}
print("");
```

図 7.10 JSON から写真を表示する URL を抜き出す (php)

ベースに要求する。データベースがアルバム ID を Facebook アプリケーションにアルバム ID を返すので、そのアルバム ID をもとに、アルバムの中にある写真にアクセスする。

Facebook のアルバム ID を要求する時には、Facebook の Graph API を用いている。API を使用している部分は PHP で実装している。この Graph API は oauth 認証 [25] を用いており、パーミッション情報 [26] をつけて、アクセストークンで認証している。

Facebook からアルバム ID が返る時は、JSON の形式が返る。自分のアルバム情報を取得したときに得られる JSON の内容を、図 7.11 に示す。アルバム情報には、各アルバムのアルバム ID が配列の中に格納されている。その配列の中には、アルバム ID のほかにも、oauth 認証でログインを行ったユーザのユーザ名、ユーザ ID、アルバムタイトルなどが含まれている。

さらに、このアルバム情報から取得したアルバム ID から、写真情報を要求する。アルバ

7.4. 実証実験

```
Array
(
    [data] => Array
        (
            [0] => Array                . . . アルバムが格納されている配列
                (
                    [id] => 1585326565762    . . . アルバム ID
                    [from] => Array
                        (
                            [name] => Chisato Tomita    . . . ユーザ名
                            [id] => 1613726489        . . . ユーザ ID
                        )
                    [name] => 2010/11/28 photo    . . . アルバムタイトル
                    [location] => SFC
                    [link] => http://www.facebook.com/album.php?aid=82410&id=1613726489    . . . アルバム URL
                    [privacy] => friends
                    [count] => 28
                    [type] => normal
                    [created_time] => 2010-11-28T08:26:49+0000
                    [updated_time] => 2010-11-28T08:32:25+0000
                )
        )
)
```

図 7.11 Facebook でアルバム情報を取得した結果 (JSON)

ムの中に存在する写真情報を取得したときに得る JSON の内容を、図 7.12 に示す。写真が格納されている配列の中に、アルバム内に存在する写真が格納されている。ひとつの写真には、大きさ別に写真が格納されている配列があり、入れ子になっている。

この写真情報について取得した JSON のデータから、必要な写真の情報だけ取り出すコードを、図 7.10 に示す。このコードも PHP を使用して実装している。

そしてデータから取り出した各写真の情報は URL になっている。一枚一枚が違う URL になっているので、それらの URL をクロールして、画面に提示される写真が自動的に変わるように実装した。

7.4 実証実験

Open Research Forum2010 でシステムの展示を行った (図 7.13)。デモンストレーションでは、香水、ワイン、カレンダーなどにタグづけを行い、それぞれに関連する日に撮影した写真を Facebook アプリケーションで提示した。またこの場で、来場者にインタビューすることで評価を行った。香りに関する情報共有という視点に共感を得たり、洋服のおすすめや、コーディネートにつなげられるなど、ID をキーとしてモノに関わる様々なサービスを連携させることの有効性を確認した。来場者にインタビューを行った結果のコメントやアイデアを表 7.4 に示す。

7.5. まとめ

```
Array
(
    [data] => Array      ... 写真が格納されている配列
    (
        [0] => Array      ... アルバムに格納されている一枚目の写真
        (
            [id] => 1500148676368
            [from] => Array
            [tags] => Array
            [picture] => http://photos-f.ak.fbcdn.net/hphotos-ak-snc4/hs718.snc4/
                        63804_1500148676368_1613726489_1199171_2622040_s.jpg    ... 写真の URL
            [source] => http://sphotos.ak.fbcdn.net/hphotos-ak-snc4/hs718.snc4/
                        63804_1500148676368_1613726489_1199171_2622040_n.jpg
            [height] => 540
            [width] => 720
            [images] => Array      ... 大きさ別の写真が格納されている配列
            (
                [0] => Array
                (
                    [height] => 540
                    [width] => 720
                    [source] => http://sphotos.ak.fbcdn.net/hphotos-ak-snc4/hs718.snc4/
                                63804_1500148676368_1613726489_1199171_2622040_n.jpg
                )
                [1] => Array
                (
                    [height] => 135
                    [width] => 180
                    [source] => http://photos-f.ak.fbcdn.net/hphotos-ak-snc4/hs718.snc4/
                                63804_1500148676368_1613726489_1199171_2622040_a.jpg
                )
            )
            [link] => http://www.facebook.com/photo.php?pid=1199171&id=1613726489
            [icon] => http://static.ak.fbcdn.net/rsrc.php/yz/r/StEh3RhPvjK.gif
            [created_time] => 2010-09-25T18:03:46+0000
            [position] => 1
            [updated_time] => 2010-09-25T18:34:25+0000
        )
    )
)
```

図 7.12 Facebook で写真情報を取得した結果 (JSON)

7.5 まとめ

本章では、個人のモノに RF タグをつけ、アプリケーションと紐付けを行なう実装について述べた。PEPC を実装し、アプリケーションを探すための、サービスディスカバリを実装した。また香水の思い出サービスとして、香水と、香水をつけていた時の写真が提示される、Facebook アプリケーションを実装した。実装したシステムを Open Research Forum2010 で展示し、デモンストレーションを行った。来場者にインタビューすることで評価を行い、ID をキーとしてモノをインターネットと紐付けすることの有効性を確認した。

7.5. まとめ



図 7.13 Open Research Forum2010 でのシステムの展示

7.5. まとめ

表 7.8 実証実験で得たコメント

コンテンツに関係するアイデア
・自分と同じ香水をつけている人が, どんなタイプの女性なのか客観視したい ・自分の生活パターンと近い人がつけている香水を知って, 新しい香水を見つけたい ・広範囲読み取りができる RFID システムで, 全身のコーディネートを登録し, 同じ服を着ないためのサービスがほしい ・服にタグをつけ毎日登録し, 天気やイベントに応じてきていく服をオススメする
サービス設計に関係するアイデア
・人と人が集まったときにしか見ることでできないサービスを作る ・携帯電話から写真をアップロードし, 今日をふりかえる ・複数人が携帯電話から写真をアップロードし, タグをかざすとリアルタイムで様子をみることができる
その他コメント
・家にあるモノを処分するときに, モノがなくなっても記憶は残るので躊躇しなくなる ・モノのどこにタグをつけると, 一番記憶を思い出すのかを, 認知科学から検討したい ・モノのどこにタグをつけることを, タグ付けしたと人間が認識するのか調査したい

第 8 章

結論

8.1 本提案の解決した課題

本提案の解決した課題を以下に述べる。

個人的なモノにタギングを行なう際にも、標準化されている EPC を用いて、グローバルユニークを確保することが理想である。しかし、個人が EPC を用いて個人的なモノにタギングすることができない。なぜなら、EPC を使用するには企業番号 (Company Prefix) という一定の名前空間を購入する必要があるからである。個人は企業番号を取得できないので、EPC を用いてプライベートタギングを行うことは困難だ。また、現状で身の回りにある日用品には、RF タグが貼付されていないものがほとんどである。よって流通の段階からモノに付いている RF タグを使うということも難しい。

一方、EPC を用いずに、独自に ID を割り振りモノにタギングを行なう場合について述べる。独自にタギングを行なうサービスを提供する際、サービス提供者は、グローバルユニークな ID を、集中管理する必要がある。また、その ID は同一のサービス内でしか使用できないため、モノを他者に渡した場合、他者はサービスを探し出すことができない。

そこで、個人的なモノに自らタギングを行ってインターネットと結びつける ID 体系と、他者と共有するためのサービスディスカバリが必要である。以上が本提案で解決した課題である。

8.2 本提案の実現した機能

本提案の実現した機能を三つに分けて説明する。一つ目はプライベートタギング、二つ目はサービスディスカバリである。そして三つ目は、モノと情報を紐付けするアプリケーション例である。

一つ目は、プライベートタギングである。EPC を元にした ID 形式の、PEPC を実現

8.3. 結論

した。PEPC にドメイン名を付けることで Pure Identity を生成できる。ドメイン名は onsepc.com に固定するのではなく、PEPC を RFID に書きこむ者が任意のドメイン名を定めて URI を作り、グローバルユニークな ID を担保できるようになった。これにより、個人的なモノに自分でインターネットを介してサービスディスカバリすることのできる、タグづけを行なうことが可能になった。

二つ目は、サービスディスカバリである。個別にタグをつけたモノを、他者と共有するために、モノに対応付けしたサービスを探し出す提案を実現した。これは、ONS を基礎とした名前解決を行っている。PEPC を読み込み、PEPC にドメイン名を付けることで、それに対応する名前解決を行い、URL を提示することができた。また、PEPC のカテゴリごとに対応づけしたサービスを探し、提示することができた。

三つ目は、アプリケーションである。モノと記憶を紐付けし、インターネット上でモノにまつわるデジタル情報を保持できるようになった。本論文のアプリケーション例では、時間や日付といったメタ情報をキーにして記憶と情報をむすびつけた。特に、香水の香りがもつ記憶に注目し、香水をつけていたときの写真と、香水瓶の紐付けを行った。香水瓶についた RF タグをリーダライタで読むことで、どの香水かを認識する。そして、その香水をつけている日に撮影した写真を時間をキーにして Facebook のアルバムから取得し、Facebook アプリケーション上で写真クロールさせることが可能になった。

8.3 結論

実空間に存在する個人的なモノに RF タグを貼付し、インターネット上のサービスとの紐付けを実現した。実空間に存在するモノを他者と共有する時、そのモノに紐付けされたインターネット上のサービスを、他者が見つけるためのサービスディスカバリを実現した。また、本論文で実装した香水の思い出サービスを用いることで、香水の香りという五感で認知するアナログな情報と、その香水を使っていたときに撮影した写真というデジタルな情報をインターネット上で紐付けすることが可能になった。

8.4 今後の展望

実空間にあるモノに RF タグをつける今後の展望として、二つ述べる。

一つは、RF タグの ID を書き換えることである。本論文で提案した PEPC は、カテゴリ分けをして階層化が行われている。一度カテゴリ分けを行なうと、RF タグの ID を再び書き換えることは難しい。

もう一つは、複数カテゴリへの対応である。現在の PEPC は、カテゴリは一つしか付けることができず、複数のカテゴリに分けてモノを分類したい場合に対応することができない。

しかし一方で RF タグの ID を階層化せず DNS 技術を基礎とした名前解決を行なう

8.4. 今後の展望

サービスディスカバリは用いることができない.

今後は ID の構造とサービスディスカバリの要求を満たすタグ付けについて研究を行なう.

謝辞

本論文執筆にあたり、ご指導いただきました慶應義塾大学総合政策学部教授 村井純博士、並びに同学部教授 徳田英幸博士、同学部教授 中村修博士、同学部教授 武田圭史博士、同学部准教授 楠本博之博士、同学部准教授 高汐一紀博士、同学部准教授 植原啓介博士、同学部専任講師 重近範行博士、同学部専任講師 Rodney D. Van Meter 博士、同学部専任講師 中澤仁博士に感謝いたします。また、研究を進めるにあたり、ご指導とご助言をいただきました慶應義塾大学環境情報学部准教授 三次仁博士、並びに同大学大学院政策・メディア研究科特別研究講師 羽田久一博士、同研究科特別研究講師 稲葉達也博士、同研究科特別研究助教 中根雅文氏、同研究科上席所員 小川晃通博士、同研究科上席所員 久松剛氏、慶應義塾インフォメーションテクノロジーセンタ本部 助教 鈴木茂哉氏に感謝いたします。特に、三次仁博士、鈴木茂哉氏には、非常に多くのアドバイスをいただき、教えていただきました。両氏なしには本論文の完成はあり得ませんでした。徹夜までしてご教授いただき、ありがとうございました。深く感謝いたします。

そして、研究生活において苦楽を共にしてきた村井研究室の研究生である、神谷尚保氏、江村桂吾氏、鈴木詩織女史、山口修平氏、能島良和氏、五十嵐祐貴氏、Doan Hoai Nam 氏、永山翔太氏、小澤みゆき女史、村上滋希氏、また、卒業生である、川喜田佑介博士、佐藤泰介氏、佐藤龍氏、田村哲郎氏、金仙麗女史、杉本健一氏、また株式会社日放電子 白石雅彦氏に感謝いたします。

そして共に戦ってきた卒論生である、米村茂氏、山田真弘氏、廣石達也氏、宮崎圭太氏、齋藤俊氏、またいつも潤沢な食事を提供し、卒論と生活を支えてくれた佐藤友紀氏、横石雄大氏に深く感謝します。

卒論で精神的に追い詰められていたときにレースに出て気分転換をさせてくださった、張崇徳氏、鳴海裕次氏をはじめとする SALONA34 Carrera のクルーの皆様、そして励まし時には叱咤してくれた、川村真哉氏、南勇貴氏を代表とする友人に感謝いたします。最後に、つねに私を支え、学びの場を与えてくれた家族に心から深謝と敬愛を表し、謝辞いたします。

参考文献

- [1] Mark Weiser. The computer for the 21st century. In *Readings in human-computer interaction: toward the year 2000*. Morgan Kaufmann, 1995.
- [2] 石井裕. ユビキタスの混迷の未来. ヒューマンインターフェイス学会誌, pp. pp.129–130, 2002.
- [3] Andrew Dahley Scott Brave, Hiroshi Ishii. Tangible interlaces for remote collaboration and communication. In *CSCW '98*, 1998.
- [4] J. Lee H. Ishii, R. Fletcher. musicbottles. In *Conference Abstracts and Applications of SIGGRAPH '99*, ACM Press,, p. pp.174, 1999.
- [5] キケロー. 弁論家について. 岩波文庫, 2005.
- [6] 荘司菊雄. においのはなし. 技報堂出版, 2001.
- [7] Marcel Proust. *A la recherche du temps perdu*. La Nouvelle Revue Francaise, 1919-1927.
- [8] Daniel Miller. *The Comfort of Things*. polity, 2008.
- [9] Sherry Turkle. *Evocative Objects -Things We Think With-*. The MIT Press, 2005.
- [10] RACOW プロジェクト. racow とは. <http://www.racow.net/27bjup>. (2011,1,14).
- [11] Benjamin Blundell Ralph Barthel, Martin de Jode. Tales of things the internet of old things: Collecting stories of objects, places and spaces. In *the urban internet of thigns*, 2010.
- [12] sony. Felica. <http://www.sony.co.jp/Products/felica/>. (2011,1,14).
- [13] JR 東日本. Suica. <http://www.jreast.co.jp/suica/index.html>. (2011,1,14).
- [14] NARITA. e-エアポート. <http://www.e-airport.jp/>. (2011,1,14).
- [15] EPCglobal. Epcglobal architecture framework. <http://www.epcglobalinc.org/standards>. (2011,1,14).
- [16] RFIDjournal. Epcglobal focuses in item-level tagging. <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2163/1/1/>. (2011,1,14).
- [17] EPCglobal. Epc tag data standard version 1.5. http://www.gs1.org/sites/default/files/docs/tds/tds_1_5-standard-20100818.pdf. (2011,1,14).
- [18] EPCglobal. Epcglobal object name service (ons) 1.0.1. <http://www.epcglobalinc>.

-
- org/standards/ons/ons_1_0_1-standard-20080529.pdf*. (2011,1,14).
- [19] Deborah J. Armstrong David B. Cromhout, Bill C. Hardgrave. Rfid item-level tagging for apparel/footwear: Feasibility study.
 - [20] 藤吉栄二. Rfid プライバシー問題と今後の展望. *http://thinkit.co.jp/free/article/0603/3/4/*. (2011,1,14).
 - [21] Paul Albitz Cricket Liu. DNS and BIND 第 5 版. OREILLY, 2008.
 - [22] Dnsruby. *http://dnsruby.rubyforge.org/*. (2011,1,14).
 - [23] Rubygems.org. *http://rubygems.org/*. (2011,1,14).
 - [24] IT Media NEWS. 「facebook、google 抜き米国でアクセス数 1 位に」. *http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1003/16/news027.html*. (2011,1,14).
 - [25] Facebook. facebook developers authentication. *http://developers.facebook.com/docs/authentication*. (2011,1,14).
 - [26] Facebook. facebook developers permissions. *http://developers.facebook.com/docs/authentication/permissions*. (2011,1,14).