アクティブコンテキストを用いたコンテンツ生成

何　書勉† 河合由起子†† 木俵　豊†† 田中　克己†

† 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻，〒 606-8501 京都市左京区吉田本町
†† 独立行政法人情報通信研究機構，〒 619-0289 京都市相楽郡精華町光台 3 − 5
E-mail: †{shumian,tanaka}@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp, ††{yukiko,kidawara}@nict.go.jp

あらまし ユビキタスネットワーク環境において，ユーザは情報を取得するだけでなく，手持ちのデバイスを用いてネットワーク経由で実空間内の電子機器を操作してサービスを受けたり，さらにコンテンツを生成したりすることが可能になっている．本研究では，環境とユーザ間，ユーザ同士間のコンテキストの相互制約と相互作用に注目し，ユーザの意図に即してコンテンツを生成する際に必要な制御手法を提案する．本手法では，サービスの利用条件とコンテンツの生成条件は，管理者側とユーザ側に分けて記述され，されに優先順位も考慮されている．システムは空間内にいるユーザに利用可能なサービスを通知し，さらにユーザは管理者が事前に設定した制御ルールを手持ちの端末にダウンロードし，カスタマイズすることができる．複数のユーザが同時にサービスを利用しコンテンツを生成する場合，ユーザ間の優先順位や要求の衝突の有無を判断する手法も提案される．さらに，ユビキタスカメラ U-Cam を用いて，本提案手法を検証する．

キーワード プロファイル、ユビキタスコンピューティング、コンテンツ処理

Generation of Content using Active Context

Shumian HE†, Yukiko KAWAI††, Yutaka KIDAWARA††, and Katsumi TANAKA†

† Department of Social Informatics, Graduate School of Informatics, Kyoto University,
Yoshidahommachi, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan
†† National Institute of Information and Commucations Technology,
Hikaridai 3-5, Seika-cho, Kyoto 619-0289, Japan
E-mail: †{shumian,tanaka}@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp, ††{yukiko,kidawara}@nict.go.jp

Abstract The ubiquitous network environment not only provides users information needed by them, but also enables users to control electronic devices in the real world via networks, and to generate digital content based on their user profiles. This work focuses on the reciprocal restriction and influence between context of environment and users, or those among users, and proposes a control technique necessitated by generation of content that is adapted to intention of users. With this technique, conditions for a service and those for generating content can be described in the administrator side and the user side respectively, considering the priorities. After the system informing available services to a user, the user can download control rules declared by the administrator to a mobile device, and customize the rules. In case of two or more users generating content at the same time, the system decides the priorities of the users and avoids the conflict caused by contradictory rules users described. In this paper, the proposal is illustrated with the U-Cam, a ubiquitous camera system we developed.

Key words profile, ubiquitous computing, content management

1. はじめに

近年，電子技術と無線通信技術の進歩により，デジタル機器の小型化が進み，モバイル端末を持ち歩き，いつでも，どこでも情報ネットワークから情報を取得できるというユビキタス情報ネットワーク環境が実現されつつある．このような環境において，主な利用形態として以下の三種類があると我々が考えている：

- 情報提供：GPS や RFID タグを用いて取得したユーザの地理的位置情報をもとに，周辺の店舗情報や観光情報などをユーザに提供する．代表として，デジタル情報にアクセスするには特定の位置に実際に行く必要がある位置限定の情報提供シ

ステム SpaceTag [8] が挙がられる．

- サービス提供：ユーザが手持ちのデバイスを用いて，ネットワークに接続しているリモートデバイスを操作する．環境側のセンサ情報や情報家電機器上で動作するアプリケーション情報といった仮想空間上におけるさまざまな情報を，物理空間の視覚情報の上に仮想空間の情報を重ねることを実現するシステムは提案されている [10] [3].
- ユーザによるコンテンツ生成：ユーザがユビキタス環境に遍在するさまざまなデバイスを用いて，写真撮影や文字記録などのサービスを受け，さらに写真やテキストなどのマルチメディアコンテンツを生成することができる．これまで，我々は複数のカメラが存在する団体旅行客を対象に，お互いで写真を撮り，それらの写真を共有できる P2P カメラ [1] を提案してきた．

こうして，ユビキタスネットワーク環境において，コンピューティング能力を持った機器が遍在するだけでなく，情報，サービス，さらにユーザにより生成されるコンテンツもいたるところに存在する．ユーザの状況（コンテキスト）をもとに，情報の提示，サービスの提供，コンテンツの管理をする手法が，本研究も目的である．

U-Cam システムは，ユビキタスネットワーク環境におけるコンテンツ生成システムの一つで，ユビキタスネットワーク環境において，個人の意図にそくしてユーザとその周辺状況を撮影しアノテーションできるユビキタスカメラである．U-Cam システムには以下の特徴がある：

- ネットワーク上に分散された複数のデバイス（読み取りセンサ，カメラ，および写真を保存するストレージ）の連携による撮影・保存.
- ユーザの意図に基づくユーザ駆動型撮影.
- 周辺環境に埋め込まれた U-Cam のカメラ群によるユーザを中心とした撮影.
- 行動履歴と周辺情報のアノテーション.

具体的には，ユーザや周辺の物体に RFID のタグ，もしくはリーダを付与することで，RFID タグが読み込まれた瞬間に U-Cam で撮影する．RFID タグには，ユーザプロファイルもしくは ID 情報が書き込まれている．U-Cam には設置場所の情報のみを付与しており，ユーザプロファイルでカメラの制御情報が設定できる．ユーザ側でカメラを制御できるため，ユーザの意志で撮影が可能になるだけでなく，撮影を拒否することも可能である．また，撮影の際には，ユーザや周辺の物体の ID を取得することで，ユーザのプロファイルや周辺情報を撮影した画像と一緒に蓄積できる．これにより，画像解析では困難な人物の特定や，ユーザの行動に関する記述，さらに周辺情報も自動付与できる．これらの撮影された画像やアノテーションを用いることで，ユーザの生活に密着した記憶に残るようなマルチメディアコンテンツの生成が可能になる．

以降，本論文は次のように構成される．2 章では本研究に関連する研究について述べ，3 章でユビキタス環境での U-Cam のシステム設計について紹介する．4 章では，プロトタイプによる評価実験について述べ考察する．最後に 5 章でまとめと今後の課題について述べる．

2. 関連研究

コンテキスト情報をもとに，写真などのコンテンツを生成する研究はいくつかある．

u-Photo（ubiquitous-Photo）[10] は，環境側のセンサ情報や情報家電機器上で動作するアプリケーション情報といった仮想空間上におけるさまざまな情報を，写真撮影を通して記録し，写真上に表示することで，物理空間の視覚情報の上に仮想空間の情報を重ねることを実現するシステムである．

美崎らは “記憶する住宅” [6] というコンセプトを提案し，家の中で膨大な量の情報を保存して続けている [7]．自分が目にした物すべてを高解像度のスキャナ，デジタルカメラなどを用いて，月平均 2 万枚のペースで画像化し，2000 年から 2004 年 11 月にかけて蓄積した画像アーカイブの数は 76 万枚に及んでいる．また，住宅内部の書斎やリビングなどの生活空間にディスプレイを設置し，画像アーカイブをスライドショウの形で常時提示することによって，体験想起活動と記憶拡張を促すことができると主張している．

また，福原ら [4] は，日常生活に手に持てる大きさの物体の位置想起を支援するために，ウェアラブルカメラやセンサを身につけ，ユーザの視点から見た身の回りのオブジェクトを画像で記録し，いつ，どこで，どのようなものを見たかを検索するシステムを開発した．

これらの研究は，いずれもユーザの視点から見たものを写真として残し，コンテンツを生成する手法を取っている．しかし，ユーザにとって “記憶” というものは，いつ，どこで，なにを見たかだけでなく，いつ，どこで，自分はどんなことをしていたかも非常に大事である．たとえば，面白い場面を見たとき，ユーザ自身の表情や反応もユーザの姿を記録することが不可欠である．そこで，我々が提案するアクティブコンテキストによるコンテンツ生成の手法を利用して，たとえば周辺の視点から，ユーザの姿と動作およびその周辺の状況を撮影し，ユーザ自身の振る舞いに注目する記憶喚起を実現する．環境にカメラが埋め込まれるため，ユーザはカメラを持ち歩く必要がなく，記憶に残すことを意識せずに記憶することができるようになる．

3. アクティブコンテキストの基本概念

一般的には，ユーザの状況をコンテキストを呼ぶ．ユビキタスコンピューティング関連の研究の多くは，ユーザのコンテキストに合わせて情報やサービスを提供している．しかし，これらのシステムが提供する情報やサービスは，いずれもユーザがいる位置をもとに提供されており，“ユーザがここに来たら情報を提供する” というシナリオに限られている．一方，我々が提案するアクティブコンテキストとは，ユーザ現在の状況だけでなく，現在の地点にたどり着く前の行動履歴や，ユーザがこれから行おうとすることをしめす行動傾向をも保存するコンテキストである．また，単一のユーザだけのコンテキストだけでなく，複数のユーザの行動傾向も反映することができる．

U-Cam はユビキタスネットワーク環境に埋め込まれた複数

のカメラやセンサで，ユーザの意思に即した撮影とアノテーションを行う．本章はその基本概念とシステム設計について述べる．第 3.1 節でアクティブコンテキストにユーザ駆動型周辺視点撮影の概念を紹介し，第 3.3 節でユーザプロファイルの記述とユーザ駆動型デバイス制御機構を説明する．第 3.2 節でコンテンツ作成機構を説明し，最後に第 3.4 節で撮影結果のコンテンツの統合提示について紹介する．

3.1 アクティブコンテキストを用いた撮影

我々が提案する U-Cam は，複数のカメラやセンサが環境の至るところに遍在しているユビキタス環境において，ユーザの意志に基づいて，ユーザ自身を周辺の視点から捕らえることができる．たとえば，遊園地や公園の場合，電柱の上，ベンチの横，表示板の周りの至るところに遍在するカメラを利用することで，複数の視点から同じ人物を中心に撮影できる．また，撮影自体はユーザが制御できる．さらに撮影された写真とメタ情報はサーバに保存され，必要に応じて統合されユーザへ提供できる．

以下では，具体的なテーマパークでの U-Cam の応用例を示す（図 1）．ここで，テーマパークは人工的に作られた環境であり，建造される際にインフラとして大量なカメラがいたるところに埋め込まれていることを指定する．ユーザは観覧パスポートを持って入園し，そのパスポートに無線通信可能な小型情報端末が埋め込まれ，ユーザのプロファイルが記録されている．プロファイルには，どんな写真を撮って欲しいか，あるいはどんな写真を撮って欲しくないかといった，カメラの制御情報となるルールが記述される．また，利用したアトラクションやレストランの名前といった行動履歴（時間と場所）も記録される．撮影のルールは，小型情報端末を用いることでユーザに随時設定および修正される（図 1 の (1)）．たとえば，ユーザは次のようなルールを設定できる．

- 各アトラクションの入り口で自分の姿を撮影（利用したアトラクション名の記録）．
- 園内で歩き回るテーマパークのマスコットと遭遇した際に，自分とマスコットとを一緒に撮影（嬉しい場面の記録）．
- マスコットや人物と遭遇した際に，逆に撮影拒否（秘匿性の確保）．

以下では，設定画面を通してユーザが撮影のルールを指定する手順を説明する．

（1） システムは，ユーザが手持ちの無線通信情報端末（PDA）が無線 LAN の接続ポイントとの通信によりユーザのスポット（所在位置）を検出する．画面の一番上には，ユーザのいる場所（入り口付近）がコンボボックスに表示される．コンボボックスよりほかのカメラの設置されたスポットの指定も可能である．

（2） ユーザが指定した場所で，ユーザ自身がその場所での撮影が “可能” か “不可” を指定する．“可能” にした場合のみ，ユーザが指定した場所でテーマパーク（システム）が設定している特定の動作をすると，ユーザ自身の姿が撮影される．

（3） “付近にいる人” のリストボックスでは，現時点でユーザの付近にいる人の名前が表示される．もし，一緒に撮影されたくない場合は，リストボックスより名前を選択し，“拒否リスト” へ追加する．

（4） 設定情報を入力したあと，“設定情報の更新” メニューを押せば，設定した情報 がサーバにアップロードされる．

これらのルールによりカメラを制御することで，一日園内を歩き回る際に，ユーザの好みに合わせた条件の下でさまざまな写真を周辺のカメラから撮影できる．また，最後にテーマパークの出口では，自分の要望に沿って撮影された思い出に残るアルバムをもらえる．アルバムには，ユーザ自身を含めた写真とその写真に関する情報が記述される．こうして，ユーザはカメラを持たずに，自分が指定した条件下で記念写真を撮影でき，さらに行動履歴や周辺コンテキストを含めたアルバムを見ることで，テーマパークでの記憶を喚起することができる．

3.2 コンテンツ作成機構

従来のカメラは，ユーザがのぞき窓や液晶モニターを通して被写体を捕らえて構図を決める “構図選択機能”，フィルムや電磁気記録メディアで写真を記録する “写真保存機能”，および撮影のタイミングを決める “トリガ機能” といった複数の機能によって構成されると考えられる．ユビキタスネットワーク環境において，これらの機能をネットワークに分散した複数の組み合わせによって構成され，複合的なネットワークサービスを実現する．このような構成は，木俵らが提案した NADIA の概念 [9] に基づいている．ユーザが要求するサービスを提供可能なデバイスをネットワーク上から探し出し，適切な組み合わせでユーザの要求に沿ったサービスを提供する．

本システムは “センサ”，“制御サーバ”，“コンテンツデータベース”，“カメラ” によって構成される．センサは実空間内のユーザの動きとユーザ ID を検出する．制御サーバでは検出された動きとユーザ ID より，撮影の可否を判断する（トリガ機能）．また，制御サーバとカメラの組み合わせで構図を決定する（構図選択機能）．コンテンツデータベースでは，U-Cam の写真を蓄積する（保存機能）．ユーザの姿は，センサがユーザの行動を検知すると，ユーザのプロファイルに記述された内容に基づいて撮影される．

3.3 ユーザプロファイルと空間デバイス制御機構

本システムは，ユーザプロファイルを通して周辺環境のカメラを制御し，いわゆるユーザ駆動型撮影を実現する．従来のイベント駆動は，ユーザの操作に対応してシステムが処理を行いサービスを提供し，どのような操作に対してどのようなサービスを提供するかというルールはシステムを構築する際に予め定義されている．それと比べると，ユーザ駆動には，ユーザは自分の好みや行動に応じてシステムが提供すべきサービスを選び，さらにそのルールをユーザ側で定義することが可能という特徴がある．本システムは，アクティブデータベースの動作記述言語である ECA ルールを用いて，ユーザ駆動型撮影ルールを記述する．ECA ルールには，撮影のトリガとなるイベント (*event*)，条件となるユーザが周辺コンテキストとの関係 (*condition*)，さらにシステムが行う撮影動作 (*action*) の情報が記述され，以下の式で表される：

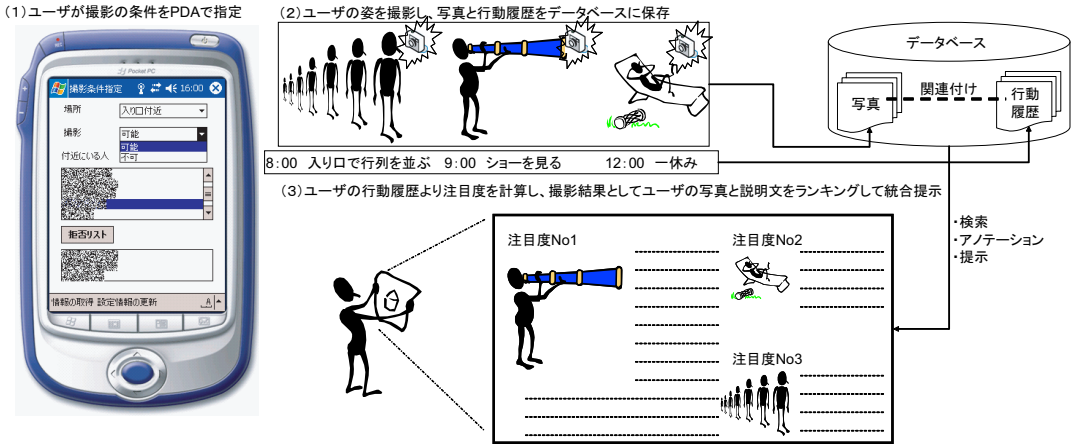


図 1　U-Cam システムの応用例

Fig. 1　Example use of U-Cam system

$$rule := (event, condition, action)$$

第 3.2 節で示したように，U-Cam を構成するデバイスは環境に遍在し，機能の分割が大きな特徴である．そこで，我々は次のように ECA ルールを分割して記述する手法を考えた：*event* と *action* をそれぞれ U-Cam のセンサとカメラのデバイスプロファイルに記述し，ユーザによる指定が可能な条件 *condition* はユーザプロファイルに記述する．

以下ではユーザプロファイルとデバイスプロファイルの定義と，ECA ルールの記述について述べる．

3.3.1　ユーザプロファイルの記述

ユーザプロファイルとしては，個性を表現する静的な個人情報と，動的な行動履歴から成る．ユーザプロファイルはそれぞれのユーザ自身が持つデバイスの中に保存することもできるし，周辺環境のサーバに保存することもできる．ユーザ自身が持つデバイスの中に保存されている場合，プロファイルを周辺環境に配布する手法として Information Atmosphere を提案してきた [5]．

本提案でのユーザのプロファイルを，

$$user := (uid, property, History, Condition)$$

と定義する．ただし，*uid* はユーザの識別 ID，*property* はユーザの静的個人情報（年齢，性別，好みなど），*History* は行動履歴の集合，*Condition* はユーザが指定する ECA ルールの条件の集合である．

静的個人情報 *property* には，ユーザの性別や年齢，名前などが含まれる．行動履歴には，いつ，どこで，何をしたかという行動の情報が保存される．具体的には，$h \in History$ に対し，ユーザの行動 h は

$$h := (time, location, behavior, duration)$$

と表す．ただし，*time* は行動の発生時間，*location* はユーザが t における位置情報，*behavior* はユーザが取った行動の記述，*duration* は行動の持続期間である．

Condition には，複数の条件を指定することが可能である．条件 $cond \in Condtion$ は

$$cond := (behavior, sw)$$

と表す．ただし，*behavior* はユーザの行動の記述で，*sw* は *true* または *false* である．*sw* が *false* の場合，ECA ルールの *action* を発生しないようにすることを意味し，ユーザは *sw* を指定するによって，特定の条件の下で撮影されないようにできる．

3.3.2　デバイス属性の記述

我々が提案する U-Cam の基盤となるユビキタスネットワーク環境には，それぞれ機能の違う複数のデバイスがネットワーク上に分布する．ユーザはこれらのデバイスを，一定の条件の下で制御することができる．あるデバイスがユーザに制御される場合，ユーザがそのデバイスの所有者となる．

上記のような特性を持つデバイスを

$$device := (did, S, f, U)$$

と定義する．ただし，*did* はデバイスの識別子 ID，S はデバイスが存在する空間，f はデバイスを持つ機能（カメラかセンサか），U はデバイスを制御するユーザの集合である．

デバイスがカメラかセンサである場合，f にそれぞれ ECA ルールの *action* か *event* を記述する．

ユーザがデイバスの遍在している空間に入ると，制御サーバでユーザプロファイルに記述された *cond* とデバイスより *action* と *event* で ECA ルールを生成する．

3.3.3　ECA ルールの生成

ECA ルールは，イベント名・タイミングを示す *event*，発火条件となる *condition*，システムが行う動作の *action* によって構成される．前述のように，U-Cam の場合，システムの *action* は環境の中に遍在する複数のカメラの中に一台が写真撮影を行うことで，*event* はセンサがユーザの特定の動作を検出するイベントで，それをトリガとしてカメラに設定した *action* が発火する．本システムの場合，どのセンサがユーザの動きを検出すると，どのカメラが写真を撮影するかという対応関係を，センサとカメラを設置する際に事前に決められる．また，*condition* に指定される条件によって，*action* を発火させるかどうかを制御することができる．システムは，一定の時間間隔で，頻繁に

ユーザのプロファイルより，ユーザが現在どの空間にいるか，条件をどのように修正したかを読み取り，常に最新の情報をもとにを ECA ルールを生成する．

ECA ルールは，以下の形式で記述する：

ON $event$
IF $condition == true$
THEN $action$

たとえば，空間 s_1 内にあるセンサ $sensor_1$ がユーザの動きを検出するイベントは，下記のように記述される：

$event$: $sensor_1$ detect u

ただし，u はセンサが検出したユーザの ID とする．

また，s_1 内のカメラ $camera_1$ が撮影を行うアクションは，下記のように記述される：

$action$: $camera_1$ act

ユーザ u_1 が空間 s_1 に入った場合，自分の姿を撮影して欲しいという条件は，以下のように記述される．

$condition : u_1.location = s_1, sw = true$

また，u_1 が s_1 で撮影してしくないという条件は，以下のように記述される．

$condition : u_1.location = s_1, sw = false$

あるユーザの写真を撮影する際に，同じ空間にいるほかのユーザが指定した条件と矛盾がないか，システムが判断する必要がある．空間内にいるすべてのユーザがその空間内での撮影を拒否しない場合のみ，写真撮影が行われる．たとえば，写真を撮影して欲しい人と撮影して欲しくない人が，同時に同じ場所にいた場合，写真を撮影して欲しい人に対しても，写真撮影を行わない．

すなわち，空間 s_1 にいるユーザ $\{u_i \mid u_i.location = u_1, n \geqq i \geqq 1\}$ に対し，$u_1.sw \wedge u_2.sw \wedge \cdots \wedge u_n.sw == true$ の場合，撮影が可能である．

たとえば，空間 s_1 において，センサ $sensor_1$ がユーザ u_1 の動きを検出する際に，カメラ $camera_1$ が写真撮影を行うという ECA ルールは，以下のように記述される：

ON $sensor_1$ detect u
IF $u == u_1.id$
and $u_1.sw == true$
and $u_2.sw == true$
$\cdots$
and $u_n.sw == true$
THEN $camera_1$ act

なお，条件部の

and $u_1.sw == true$
and $u_2.sw == true$
$\cdots$
and $u_n.sw == true$

という記述は，すべてのルールには必須であるため，便宜上，以下ではこの部分の記述を省略する．

また，空間 s_1 において，ユーザ u_1 が u_2 と一緒に撮影したくない場合，ルールは下記のように記述される：

ON $sensor_1$ detect u
IF $u == u_1.id$
and $u_2.location \,!= u_1.location$
THEN $camera_1$ act

この場合，u_2 が s_1 で撮影したいという条件を事前に設定したとしても，同じ場所にいるユーザ u_1 が u_2 に対して写真拒否を設定しているため，u_1 がその場を離れない限り，u_2 の写真が撮影できない．システムは u_2 が手持ちの移動端末に，しばらく経ってから再撮影を行うようにメッセージを表示する．これは，通常観光地で記念写真を撮影する際に，写真を撮っている人を邪魔しないように交替で写真を撮る行為と似ている．

また，空間 s_1 において，ユーザ u_1 が u_3 と一緒に撮影したい場合，ルールは下記のように記述される：

ON $sensor_1$ detect u
IF $u == u_1.id$
and $u_3.location == u_1.location$
THEN $camera_1$ act

また，u_1 が u_3 と一緒に撮影したいが，u_2 と一緒に撮影したくない場合，ルールは下記のように記述される：

ON $sensor_1$ detect u
IF $u == u_1.id$
and $u_3.location == u_1.location$
and $u_2.location \,!= u_1.location$
THEN $camera_1$ act

こうして，もし u_2 と u_3 が s_1 にいる場合，IF で記述される条件が $false$ となり，カメラは撮影を行わない．

3.4 コンテンツの統合提示

U-Cam は撮影の結果として，撮影した写真だけでなく，その写真に関する情報を紹介する文章などを統合して，マルチメディアコンテンツとしてユーザへ提示する．撮影された写真やそれに関する情報を効果的に統合して提示するために，U-Cam は次の 2 つの特徴を有する．

- ユーザプロ ファイルに基づく統合
- 好みのレイアウトに基づく提示

本節では，上記 2 点の実現方法について説明する．

3.4.1 ユーザプロファイルに基づく統合

統合では，ユーザの行動履歴の情報が登録されているユーザプロファイルを用いる．第 3.3 節で述べているように，ユーザプロファイルには個性情報と行動履歴が含まれる．ユーザの行動とその周辺の情報であるコンテキスト情報，さらに写真を用

いて，ユーザに起こった出来事を効果的に表現できる．統合される情報は，ユーザと周辺とのインタラクションの時間長やインタラクションの内容から特徴的な行動を検索することで選出される．これにより，ユーザにとって注目度の高い情報を優先的に統合できる．統合の手順として，まず，ユーザの行動履歴から各スポット（行動）に対する注目度を検出して，それから各行動に関する写真やテキスト情報の取得する．

各スポットに対する注目度は，主にユーザが各スポットに滞在する時間と訪問回数より求める．

一枚の写真は次のように定義される：

$$p := (h, Bitmap, c)$$

ただし，h は第 3.3 節で定義した写真撮影のトリガとなるユーザの行動で，テーマパークでいえば “マスコットと遭遇” や “アトラクションの入り口に到着” などである．h を指定することによって，p を発見できる．また，$Bitmap$ は写真の画素情報（画像）で，c は写真に写されている場所の環境コンテキスト情報（時間と場所）である．

さらに，ユーザの行動履歴 $History$ を指定すると，それぞれの行動が撮影されている写真の集合 $P = \{p_1, p_2, \cdots\}$ が検索できる．すなわち，行動履歴を指定することで，履歴内の行動を撮影している写真 p と，行動が発生した環境のコンテキスト c を取得することができる．

また，統合の対象は，p の画像 $Bitmap$ と，行動 h に関する記述 $behavior$ および環境コンテキスト情報 c となる．

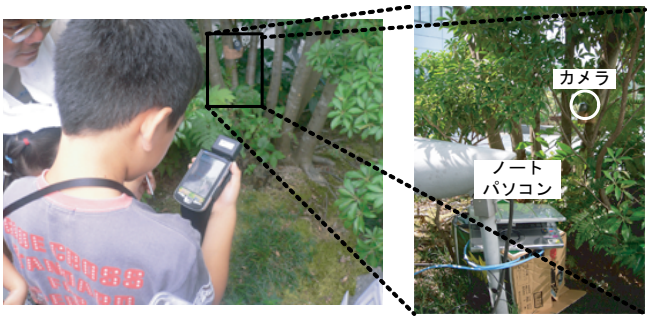
4. 評価実験

U-Cam の概念と設計を検証するために，複数のカメラを実空間に埋め込んでプロトタイプを構築し，実証実験を行った．本章では，実験の経過について述べ，ユーザの行動に基づく撮影，注目度による情報統合について検討する．

4.1 実験環境とプロトタイプ

実験は 2005 年 7 月 30 日，独立行政法人情報通信研究機構けいはんな情報通信融合研究センターの一般公開の際に行った．被験者は当日一般公開に来場した子供 9 人とその家族である．ユーザ（子供）が PDA と RFID タグを使って中庭でバーチャル昆虫捕獲をする際の姿を U-Cam で撮影し，撮影結果として，ユーザプロファイルに基づいて文字情報と写真を虫新聞や絵日記などの形式でユーザに提示する．

庭に有線 LAN と無線 LAN のネットワーク環境を用意し，草むらや木の枝に複数のカメラや RFID タグを数箇所に固定する．一部の RFID タグはカメラと連動しており，RFID タグを手持ちの PDA で読み取る動作をトリガとして撮影される．それ以外の RFID タグはユーザの移動履歴のみを取得するデバイスであり，ユーザが RFID タグを読み取る際に，ユーザはいつ，どこにいて何に関心をもったかという情報をデータベースに記録する．さらに複数のカメラとユーザの手持ちの PDA をデータベースや制御サーバなどのデバイスと同一のイントラネットで接続することにより，ユビキタスネットワーク環境における U-Cam を実現する．



(a) (b)

図 2 カメラのセット

U-Cam を構成するカメラは，市販の安価なウェブカメラ 5 個と同数のノートパソコンのセットを用意し，中庭の草むらや木の枝の中に設置した（図 2）．5 箇所に設置されたカメラ以外に，虫を意味する RFID タグ付きカードを中庭のいたるところに貼り付けた．ユーザプロファイルを読み取るセンサとして，PDA に取り付けた RFID タグリーダを利用する．

実験は，子供たちが庭で昆虫の絵の書いてある RFID タグ内蔵のカードを見つけて，手持ちの PDA でカードを読み取ることで，昆虫を仮想的に捕獲したという設定である．さらに，PDA では捕獲した昆虫に関する詳細情報を観察できる．PDA に取り付けた RFID タグリーダが RFID タグを読み取る動作をトリガにして，カメラを制御して，子供が昆虫を採取する姿を撮影する．

子供の性別や年齢，名前などの情報は，子供が中庭に入る前にシステムのデータベースに登録され，同時にそれぞれの子供にユーザ ID を発行し，子供が手に持つ PDA に入力される．子供の捕獲対象となる昆虫は 20 種類が用意され，その中の 5 種類を捕獲する動作をカメラが撮影する設定である．事前にデータベースに登録された昆虫に関する情報には，昆虫名，昆虫成虫の大きさ，発生時期，特徴などの昆虫に関する紹介と，対応するカメラ ID，昆虫カードの設置場所などのシステム構築時のコンテキスト情報が含まれる．

また，子供は昆虫を PDA で捕獲したあと，より詳細な虫の情報をインターネットやシステムが用意した電子版の百科事典から検索できる．子供が虫を捕獲，観察，虫を検索するといった動作，及びこれらの動作を行った時間の長さは，子供の行動履歴としてデータベースに記録されていく．

それと同時に，その行動をトリガにし，その瞬間のユーザを姿とその周辺環境を撮影した写真を，行動履歴と一緒にデータベースに蓄積していく．実際にデータベースに登録されるユーザの行動履歴の一部は表 1 ので示される．

実際にデータベースに登録されるユーザの行動履歴の一部は表 1 で示される．

各項目の意味は以下の通りである．

UserID: ユーザ ID

StartTime: ユーザが RFID タグを読み取る時刻

Event: ユーザが行った行動 (1:捕獲 2:観察 3:検索)

Time: ユーザが観察した時間 (秒)

表 1　ユーザ履歴テーブルの一部

UserID	StartTime (MMddhhmmss)	Event	Time (単位:秒)	TagID	PicName	SearchType	Image	InsectID	flg
11	0730140237	1	57	4	08140237.jpg	-	-	208	1
11	0730140503	1	48	3	08140503.jpg	-	-	208	1
11	0730140657	1	112	2	08140657.jpg	-	-	208	1
15	0730140503	2	0	9	-	1	kumazemi.png	207	-
11	0730123425	2	0	12	-	2	100000000216-1.htm	219	-

TagID:　ユーザが読み取る RFID の位置情報
PicName:　影され保存された写真のファイル名
SearchType:　ユーザが行った検索の種類 (1:ネット 2:百科事典)
Image:　検索結果の画像情報
InsectID:　ユーザが観察した昆虫の ID
flg:　ユーザが写真撮影を望むかどうかを示すフラグ (1:撮影を望む)

実験では，flg の初期値は 1 と設定しており．もしユーザが撮影を拒否したい場合は，この値が 0 となる．

表 1 の 1〜3 行は，ユーザ ID が 11 のユーザが三箇所で昆虫を捕獲して観察した行動の履歴である．各箇所で捕獲した昆虫に対する観察時間が，57 秒，48 秒，112 秒であることが確認できる．昆虫を捕獲した際の写真は，データベースに保存され，同時に，行動履歴のテーブルに写真のファイル名が書き込まれる．

4 行目の履歴では，ユーザ ID が 15 のユーザが 9 番の RFID タグが貼ってある昆虫カードに対し，その昆虫の情報を電子百科辞書より検索した行為を記録している．しかしながら，9 番目の RFID タグの周辺にはカメラが設置されていなかったため，写真は撮影されなかった．この場合，ユーザが検索した昆虫の画像 (kumazemi.png) を記録している．

5 行目は，ユーザ ID が 11 のユーザが 12 番の RFID タグが貼ってある昆虫カードに対し，インターネットで昆虫の情報を検索した履歴である．ここもカメラが設置されていなかったため，ユーザがアクセスしたホームページの URL 情報（100000000216-1.htm）を記録している．

4.2　結果提示

撮影の結果は，ユーザが昆虫を捕獲した瞬間の写真，ユーザの行動に関する記述，観察や検索した昆虫に関する情報などが，複数のメタファにより統合提示される．実験では，メタファとして新聞絵，日記および広告を用意した．

図 3 と図 4 は新聞メタファと絵日記メタファを用いて，同一ユーザの写真と文章を付加した結果である．新聞メタファでは第三者の視点からユーザの行動を記述し，絵日記ではユーザの立場から自分の行動を記述するような内容の結果を提示した．

統合結果の写真は，ユーザが昆虫を捕獲した写真全ての中から，各ユーザの行動履歴を基に各昆虫に対する注目度を算出し，注目度の高いものを選出した．注目度は，ユーザが時間をかけて観察した昆虫ほどユーザの興味と関心が深いと仮定し，観察する時間とインターネットや百科事典でその昆虫に対して検索した回数を用いて算出される．

表 2 では，あるユーザが昆虫を捕獲する瞬間の姿が撮影された写真に対して，昆虫を観察する時間の長さ順に並べた結果である．それぞれの昆虫を観測する時間の長さから，そのユーザの昆虫に対する注目度は，オオムラサキ，カブトムシ，アゲハチョウ，ミヤマクワガタ，オオカマキリの順となっていることが分かる．

図 3　統合提示結果例：新聞メタファによる提示

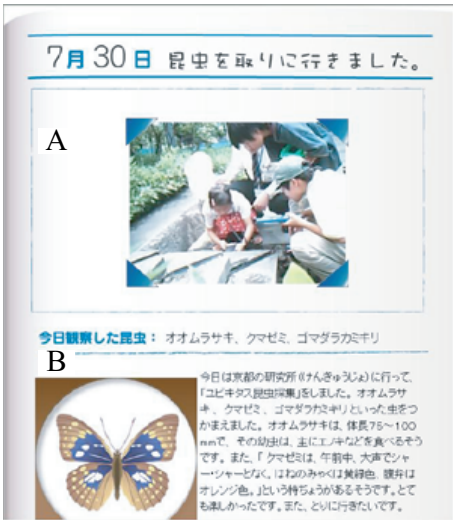


図 4　統合提示結果例：絵日記メタファによる提示

図 3，4，5 の領域 A では，ユーザが虫を捕獲した瞬間の写真を表示し，領域 B，C，D はユーザが捕獲し検索した虫に関す

表 2　ユーザの写真に関する注目度

観測時間 (単位:秒)	撮影時間	カメラの番号	写真ファイル名	昆虫名
82	0730134243	1	15134243.jpg	オオムラサキ
70	0730134608	3	05134608.jpg	カブトムシ
47	0730135105	2	15135105.jpg	アゲハチョウ
21	0730140136	4	03140136.jpg	ミヤマクワガタ
4	0730135447	5	14135447.jpg	オオカマキリ

図 5　統合提示結果例：広告メタファによる提示

る情報を提示する．領域 B，C，D の昆虫に対するユーザの注目度は検索回数を基に算出され，回数の多い順に B，C，D に表示される．ただし，捕獲した瞬間の写真がない場合は，検索した昆虫の画像や検索したホームページの画像が表示される．

5. おわりに

本稿では，ユビキタスネットワーク環境におけるアクティブコンテキストを用いたコンテンツ生成の手法を提案した．この手法のものに，遍在する複数のカメラを用いて，ユーザのプロファイルと行動によって制御されて撮影する方法と，ユーザプロファイルに基づき写真をはじめとするマルチメディアコンテンツの統合提示について提案した．

本研究で提案したコンテンツ生成システムは，従来のカメラでは不可能とされていた周辺からユーザを中心とした写真を撮影することを，ユビキタスネットワーク環境において実現した．ユーザのプロファイルや行動履歴，コンテキスト情報に基づき，撮影された写真に関する説明文をシステムが自動生成する．ユーザの行動履歴から，写真に写った各場面の注目度も求められ，写真を表示する際にランキングし，さまざまなスタイルでユーザに提示し，コンテンツを生成することができる．

実験ではプロトタイプを構築し，昆虫を捕獲する子供の姿を撮影し，行動履歴を取得できた．実行結果として，事前に用意された複数のスタイルに沿ってユーザの最も注目度の高い昆虫を捕獲する姿と昆虫の紹介文を統合提示した．この実験を通して，撮影システムとしてのパフォーマンスと，撮影結果として写真と文字，画像などのマルチメディアデータの統合提示に対するユーザの感想を分析し，その有効性を実証した．

なお，ユーザの各行動に対する注目度は，昆虫を観察した時間の長さを主な評価尺度としているが，昆虫以外のより大きな景色や物体を観察する際に，ユーザが観察対象に近づくことが考えられる．そのため，時間以外に，空間的関連に基づく注目度の抽出によるコンテンツ生成についても今後取り組む予定である．

謝　　辞

本研究の一部は，21 世紀 COE プログラム “知識社会基盤構築のための情報学拠点形成”，文部科学省科学技術振興費プロジェクト “異メディア・アーカイブの横断的検索・統合ソフトウェア開発”(代表：田中克己)，および平成 17 年度科研費特定領域研究 (2)“Web の意味構造発見に基づく新しい Web 検索サービス方式に関する研究”(課題番号：16016247，代表：田中克己) によるものです．ここに記して謝意を表すものとします．

文　　献

[1] 何書勉, 木俵豊, 田中克己: P2P カメラネットワークによる利用者の行動と体験の共有, 情報処理学会研究報告 2005-DBS-137(II), Vol. 2005, No. 68, pp. 485–490 (2005).

[2] Iwamoto, T., Takashio, K. and Tokuda, H.: u-Snap: A Framework for Describing Snapshot-Baseed Ubiquitous Application, *IEICE Transactions on CommunicationsSpecial Section on Ubiquitous Networks*, Vol. E88-B, No. 3, pp. 932–943 (2005).

[3] 河村竜幸, 福原知宏, 武田英明, 河野恭之, 木戸出正継: 実世界で偏在化された記憶を共有するためのウェアラブルシステム, インタラクション 2002, pp. 65–66 (2002).

[4] Kidawara, Y., Zettsu, K. and Katsumoto, M.: A Distribution Mechanism for an Active User Profile in a Ubiquitous Network Environment, *Proc. of 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal (PACRIM03)* (2003).

[5] 美崎薫, 河野恭之: 「記憶する住宅」〜55 万枚のディジタルスキャン画像の常時スライドショウ・ブラウジングによる過去記憶の甦りの実際, 情報処理学会, インタラクション 2004, pp. 129–136 (2004).

[6] 美崎薫, 河野恭之: 住宅内部での個人体験の常時受動閲覧による人の記憶の拡張, 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 7, pp. 1637–1645 (2005).

[7] 森下健, 中尾恵, 垂水浩幸, 上林弥彦: 時空間限定オブジェクトシステム SpaceTag: プロトタイプシステムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 10, pp. 2689–2697 (2000).

[8] Shinomiya, S., Kidawara, Y., Sakurada, T., Nagata, H. and Nakagawa, S.: NADIA: Network Accessible Device on the Internet Architecture, *IEEE ICOIN-16*, Vol. III, pp. 8D–4.1–4.11 (2002).

[9] Suzuki, G., Aoki, S., Iwamoto, T., Maruyama, D., Koda, T., Kohtake, N., Takashio, K. and Tokuda, H.: u-Photo: Interacting with Pervasive Services Using Digital Still Images., *Proc. of The 3rd International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2005)*, pp. 190–207 (2005).