

# イベント空間における体験の記録と共有

## Memory and Sharing of Experiences in Event Spaces

角 康之\*3\*1  
Yasuyuki Sumi

間瀬 健二\*4\*1\*2  
Kenji Mase

小暮 潔\*2  
Kiyoshi Kogure

土川 仁\*1  
Megumu Tsuchikawa

片桐 恭弘\*1  
Yasuhiro Katagiri

萩田 紀博\*2  
Norihiro Hagita

伊藤 禎宣\*1  
Sadanori Ito

岩澤 昭一郎\*1  
Shoichiro Iwasawa

中原 淳\*1  
Atsushi Nakahara

神田 崇行\*2  
Takayuki Kanda

\*1 ATR メディア情報科学研究所  
ATR Media Information Science Laboratories

\*2 ATR 知能ロボティクス研究所  
ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratories

\*3 京都大学情報学研究科  
Graduate School of Informatics, Kyoto University

\*4 名古屋大学情報連携基盤センター  
Information Technology Center, Nagoya University

### 1. はじめに

イベント空間は知識流通の場である。知識の送り手と受け手の立場は目まぐるしく入れ替わり、そのダイナミクスの中から、新たな知識が創造される。イベント空間においては、予め用意されたコンテンツ（展示物、アトラクションなど）はもとより、その場でなされる人と人のインタラクション（見学行為、アトラクション体験、対話など）に、重要な価値があると考える。

筆者らのグループは、2002年から体験キャプチャシステムと称して、複数の人のインタラクションを協調的に記録する方法論の開発を進めてきた [1]。ここで言う「協調的」という表現には、我々の立場を特徴付ける 2 つの意味が込められている。

- 体験をキャプチャするにあたって、複数のセンサ群を協調的に利用する。同一シーンを複数の視点カメラでとらえることで、インタラクションの構造を解釈することが可能となった。
- イベント空間における体験は、一人一人に帰属する部分を他人の体験から切り離せるものではなく、複数の参加者間の体験が協調的に連結する。その協調は、イベントが終了した後も、体験の共有、追体験、それに基づいた新たな知識創造という形で続く。

文献 [1] では、インタラクションデータを大量に蓄積し、それに緩い構造を与える必要性を訴え、それをインタラクション・コーパスと呼ぶこととした。そしてインタラクション・コーパス構築の最初の試みとして、赤外線 LED の点滅で表現した ID を読み取る ID タグシステムを利用して実時間でビデオデータにインデクスを与え、それに基づいてインタラクションを解釈する手法を提案した。インデクスが与えられたインタラクション・コーパスはインタラクションの構造解釈を容易にするので、その効果を検証するため、イベント体験のビデオサマリが高速に自動生成できることを示した。

本稿では、上記のシステムを発展させて、イベント参加者間の体験共有を促すシステム（体験メディア）を構築する試みを

連絡先: 角 康之, 京都大学情報学研究科, 京都市左京区吉田本町, 電話: 075-753-5381, FAX: 075-753-4961, sumi@i.kyoto-u.ac.jp, http://www.ii.ist.i.kyoto-u.ac.jp/~sumi

紹介する。なお、個別の試みの詳細は参考文献を参照頂くこととし、本稿は、体験メディア構築へのロードマップ（全体像）を示すことを目的とする。

### 2. 体験メディア構築へのロードマップ

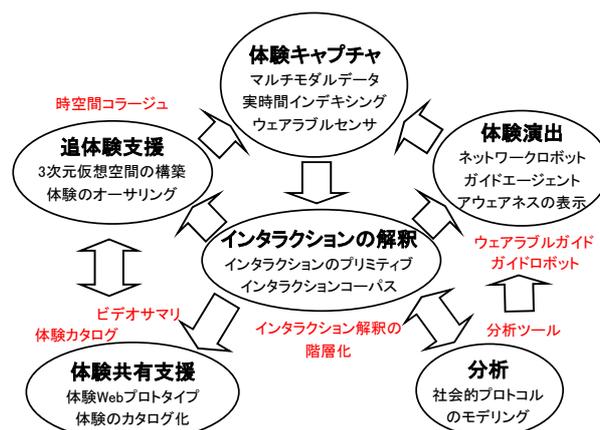


図 1: インタラクション・コーパスを中心にした体験メディアの開発

図 1 に、体験メディア構築へのロードマップを示す。我々は、インタラクション・コーパスを核に据えた体験メディア構築を進めている。文献 [1] では、赤外線 ID システムによる実時間インデキシング（「体験キャプチャ」）を実現し、インタラクションのプリミティブを定義することで（「インタラクションの解釈」）、ビデオサマリ・アプリケーションを試作した（「体験共有支援」）。そこから、以下のような研究課題が派生している。

体験キャプチャ もっと多くのモダリティを扱う。センサデバイスの精度を上げ、利用性を高める。

インタラクションの解釈 展示会場以外のドメインにも適用できるように、インタラクション解釈手法の体系化を行う。

分析 インタラクション・コーパスを利用して、社会的プロトコルのモデルを構築する。

**体験演出** 体験がなされるイベントの現場で、体験を演出（ガイド）する手法を開発する。

**体験共有支援**（主にイベント後に）体験共有を促すために、体験データの表現手法を模索する。

**追体験支援** 体験データを活用して、追体験を可能とするシステムを開発する。

図中の矢印で表したように、これらの課題は互いに影響し合うので、密に連携しあいながら同時に研究を進めていくことが重要である。以下、この1年半の試みを紹介する。

### 3. 記録システムの改良

文献 [1] のときと同様、ATR 研究所の研究発表会展示会場を題材とし、体験キャプチャシステムの構築を行った（図 2 参照）。



図 2: 展示会場における体験キャプチャ

#### 3.1 センサシステムの改良 [2]

赤外線 ID システムの精度向上を行い、エラー率 0.38% でほぼ実時間で視野角 90 度内の ID を読み取ることができるようになった。また、対話構造をより正確に理解するには発話者を正確に特定することが必要であったので、通常の接話マイクに加えて、スロート・マイク（喉に接触させて音声を取得するマイク）を導入した。さらに、人の頭部の動きを取得するために、加速度センサも導入した。

#### 3.2 インタラクション解釈の体系化 [3]

インタラクションの解釈を、複数の階層内でボトムアップに積み上げていく方法論を開発している。「ユーザ A がしばらく展示物 X を見つめている」というようなインタラクションの要素は、赤外線 ID システムのデータを参照すれば比較的容易に抽出できる。しかし、「ユーザ A がユーザ B に話し掛けている」という要素は、赤外線 ID システムのデータに加えて、発話に関するデータを連携させて解釈することが必要である。さらに、「ユーザ A、ユーザ B、ユーザ C の 3 人が、展示ブース Y でディスカッションしている」というようなシーンは、「ユーザ A がユーザ B に話し掛けている」、「ユーザ B がユーザ C に話し掛けている」、「ユーザ B が展示ブース Y に滞在している」といったような、複数の要素を、時空間的に意味

のあるサイズで合成することで初めて解釈することができる。このように、インタラクションの基本要素（プリミティブと呼ぶ）をボトムアップ的に合成していくことで、より上位のインタラクション概念を抽出できる手法を開発している。

現在は、この方法論の能力と限界を見極めるために、展示会以外の複数のドメイン（講演会やグループミーティングなど）に本システムを適用して、その性能評価を行っている。その試みを通して、どのドメインにも汎用性のあるインタラクションのプリミティブが存在する一方で、より上位の解釈（プリミティブの合成）はドメインに強く依存することがわかってきた。

### 4. インタラクションの分析

#### 4.1 コーパス分析ツールの開発 [4]

現在、インタラクションのプリミティブやそれらの合成によるシーンの定義は、我々の直感でデザインしているのが現状である。しかし本来、実際の大量データから、人のインタラクション・パターンを理解することがインタラクション・コーパス構築の動機の一つであるから、インタラクション・コーパスを分析することは重要な課題である。そこで、コーパスを分析するツールを試作している（図 3 参照）。このツールを利用することで、分析者は分析すべきシーンに容易に目星をつけることが容易になる。

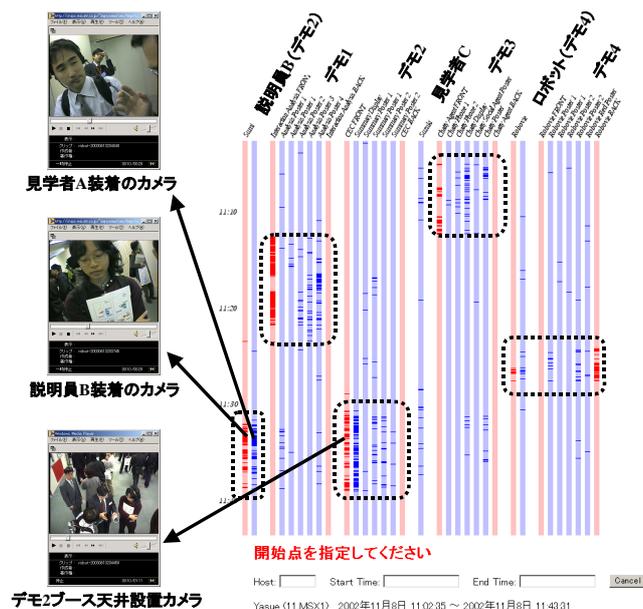


図 3: コーパス分析ツールの利用例

#### 4.2 対話パターンのモデリング [5]

上記のような分析ツールを利用しながら、社会心理学や認知科学を専門とする研究者がインタラクション・コーパスの分析を進めている。具体的には、展示会場における、来訪者や説明員との対話のパターンのモデリングを試みている。展示会場のようなイベント空間においては、対話への参加者やその役割は動的に変化し続ける。その構造を、ユビキタスなセンサ環境で自動認識できるようになれば、ロボットやエージェントといったシステムが社会的なパートナーとして、より適切に人間社会に参加できるようになると考えている。

## 5. イベント会場における体験支援

### 5.1 アウェアネス情報の表示 [6]

我々のシステムでは、イベント空間での体験がキャプチャされると同時に、実時間でインタラクションの解釈が行われる。したがって、誰がどこで何をしてきたのか、といった情報がコーパスの中に逐一蓄えられていく。その情報を利用して、展示会場内での人と人の関係や人と展示物の関係をアウェアネス情報として表示するシステムを試作した。

具体的には、装着型のセンサシステムと一体化させた形でHMD(Head Mounted Display)を装備し、そこに視覚的な手段でアウェアネス情報を提示した。その際重要なこととして、このシステムは展示見学をしながら利用されるものなので、ユーザに意識的なインタラクションやサービス選択を求めめるのは現実的ではない。デスクトップコンピューティングでは、ユーザがコンピュータの世界の「状況」に没入しているのを想定したインターフェイスデザインがなされてきたが、我々がここでチャレンジしようとしているのは、ユーザの「実世界状況」にコンピュータが歩み寄りインターフェイスのデザインなのである。つまり、ユーザのそのときの状況に応じて、システムが自動的に表示情報を選択することが必要である。

そこで我々はひとつのアプローチとして、視界に入っている対象(つまり自分の頭部に搭載している赤外線IDセンサがとらえている人や展示物)に関する情報を提示する、という指針を採用した。具体的には、目の前の人との興味の一一致度(それまでの見学行為の一一致度によって数値化)目の前の展示の人気度、まだ見ていない展示の推薦(協調フィルタリングによる)といった情報の提示を行った。

### 5.2 ロボットガイドによる体験演出 [7]

我々の体験キャプチャシステムの特徴のひとつとして、体験演出を目的としたパートナーの導入がある。具体的には、イベント参加者に自ら語りかけ、イベント参加を演出するロボットを導入している。

ここでは、逐一蓄えられていくインタラクション・コーパス内のデータを参照し、目の前の人々の展示見学履歴や、会場内の統計的データを用いて、目の前の人に対する会話内容を個人化することを試みた。具体的には、目の前の人に対して、名前による呼びかけ、まだ見ていない展示の推薦、興味に近い人の紹介を行った。

これらの情報提示の決定メカニズムは、実は上記のHMDによる情報提示と基本的に同じである。しかし、HMD上の絵や文字による表示と、ロボットによる身振り手振りを用いた表示では、効果が異なると想像する。また、HMDは個人にだけ提示せざるを得ないが、ロボットによる提示は、語りかけられた相手だけでなく、その周りにも無意識のうちに対話に引き込まれる効果があると考えられる。そういった意味では、ロボットの方がイベント空間における社会的空間の形成を促進する効果が高いと考えられる。現在、そういった効果を調べているが、その際、前述したコーパス分析ツールが役に立っている。

## 6. イベント後の追体験支援

### 6.1 体験カタログ [8, 9]

文献 [1] の試行実験では、ビデオサマリを時間順に並べて、展示見学の記憶支援サービスを行った。このサービスは、ユーザ個人の記憶支援には適している。しかし、先に述べたように、イベント体験が複数の参加者間で連結しあっていることを

考えると、ユーザ本人だけの視点で時間順にまとめられたビデオサマリ表示は他の人との体験共有を促す表現にはなっていない。また、展示イベントは本来、展示者と見学者の間のインタラクションによる知識創造の場であるべきことを考えると、体験を要約する際に見学者側の視点しか採用しないのでは、片手落ちであるように思う。

そこで我々は、体験のハイライトシーンをアイコン化し、それを2次元の平面にマッピングし、その空間構造で体験全体にストーリー付けをすることを試み、それを体験カタログと名づけた。体験カタログシステムは、ユーザのインタラクションの履歴から見学履歴をモデリングし(例えば、特定の展示を熱心に見学した、とか、誰かとずっと一緒だった等)それに応じてストーリーを選択する。そして、それに応じて、シーンビデオのサムネイルを配置する。サムネイルには、そのシーンに対応したビデオをリンクした。

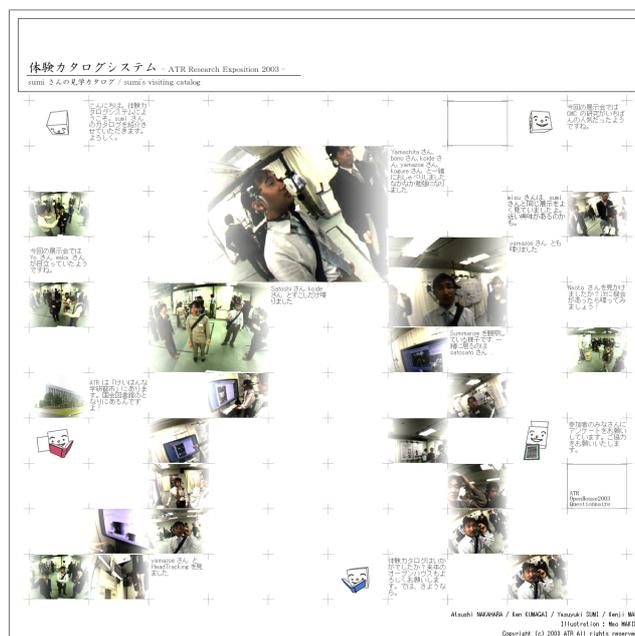


図 4: 体験カタログの出力例

図 4 は体験カタログシステムの出力例である。この例のユーザは、他のユーザとのインタラクションの量が多かったため、たくさんの人との対話のスナップショットを並べて、その忙しい様子を表現している。

### 6.2 追体験空間としての3次元仮想空間構築 [10]

我々の体験キャプチャシステムは、イベント空間を撮影した大量のビデオデータを収集する。それらのビデオデータを活用して、イベント空間の追体験メディアとしての3次元仮想空間の構築を考えた。我々のシステムの特徴のひとつは、同一シーンを複数の視点から観測したビデオ映像が得られることである。そこで、同一時刻のビデオ映像を、撮影時の空間的な位置と方向を再現するように3次元仮想空間内に配置することを考える。そうすると、イベント空間にいる参加者の視線を集めたエリアは複数の視線からの映像によりその存在感が浮かび上がり、逆に、誰の視線も得られなかった部分は映像が割り当てられない。我々はこの方法を「時空間コラージュ」と呼んでいる。

これまでに構築された3次元仮想空間の多くは、言わば「神

の視点」で均一的に3次元モデリングされていたが、空間に存在する人の生命感に乏しかった。一方、時空間コラージュによる空間は不均一的であり表示の一貫性には欠けるが、逆に、イベント空間参加者の社会的視線が顕在化し、空間にメリハリがつくと想像される。その不均一さがつまり、追体験への手がかかりを提供すると期待している。

時空間コラージュを実現するには、少なくとも以下の2つの技術的課題がある。

1. 各ビデオ映像が撮影されたときの観測点と視線方向の情報が必要である。
  2. 時間軸、空間軸共に厳密な一致を行うと、3次元仮想空間をレンダリングするビデオ素材が貧弱すぎる。
1. については、前述の赤外線IDシステムを利用して、LPS(Local Positioning System)を試作している。天井に赤外線IDタグを網の目状に貼り付け、ユーザの位置や視線方向をトラッキングすることを試みている。2. については、例えば、仮想空間に貼り付ける映像資源を決定する際に、時間軸を完全に同期させるのではなく少し幅を持たせることで、同一対象をとらえている画像の量を増やす手段などを検討している。

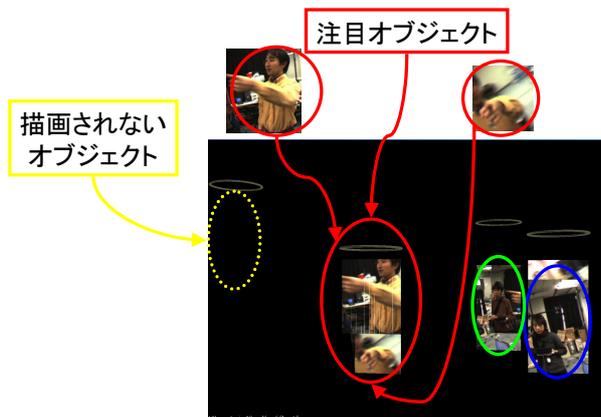


図 5: 時空間コラージュによる追体験空間

図5に時空間コラージュされたスナップショット例を示す。この例では、LPSデータとしては視界の中に4つのオブジェクト(人や展示物)が検出されているが、そのシーンに参加している複数の観測者の視線を集めたオブジェクト(例えば真中の人)のみ表示される。こうすることで、シーンに参加している複数人の視線が顕在化される。

### 6.3 体験のオーサリング [11]

ビデオサマリアアプリケーションなどは体験配信を気軽に自動化するものであるが、体験とは本来もっと主観的なものである。したがって、体験を自ら編集し、イベント空間を共有した他のユーザや追体験者に対して、意図的に情報発信する手段が必要であろう。現在、システムが半自動的に見つけたハイライトシーンに対して、注釈やストーリー構造を与えることができるオーサリングツールの開発を進めている。

## 7. おわりに

イベント空間における体験の記録と共有のためのメディア開発の試みを紹介した。実空間の体験はかけがえの無いもので

あるが、従来はそれを記録して効果的に配信するための手段が無かったため、体験が「使い捨て」されてきた状態であった。体験を知識化し、追体験を可能とするメディアを提供することで、そこで新たな体験がなされ、社会知を育むことが可能になると考える。

本稿では我々の研究グループの試みのみを概観したが、他の研究グループによる試みは、例えば文献 [12] をご覧頂きたい。

## 謝辞

本稿で紹介したシステムの開発には、Norman Lin、高橋昌史、小出義和、村上裕介、熊谷賢、大高雄介、山本哲史の諸氏が携わっている。鈴木紀子、坊農真弓の両氏にはインタラクション・コーパスについて議論頂いている。これらの諸氏に感謝する。本研究は、情報通信研究機構の研究委託「超高速知能ネットワーク社会に向けた新しいインタラクション・メディアの研究開発」により実施したものである。

## 参考文献

- [1] 角康之, 伊藤禎宣, 松口哲也, Sidney Fels, 間瀬健二. 協調的なインタラクションの記録と解釈. 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 11, pp. 2628-2637, 2003.
- [2] 伊藤禎宣, 高橋昌史, 中原淳, 角康之, 間瀬健二. インタラクション状況のリアルタイムな判別と利用. インタラクション 2004. 情報処理学会, 2004.
- [3] 高橋昌史, 伊藤禎宣, 土川仁, 角康之, 間瀬健二, 小暮潔. インタラクション解釈における階層構造の検討. 第18回人工知能学会全国大会, 2004.
- [4] 角康之, 岩澤昭一郎, 間瀬健二. インタラクション・コーパス分析ツールの試作. 情処研報, ヒューマンインタフェース, Vol. HI104-7, , 2003.
- [5] Yasuhiro Katagiri, Mayumi Bono, and Noriko Suzuki. Capturing conversational participation in a ubiquitous sensor environment. In *Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing of Experiences*, 2004.
- [6] 中原淳, 高橋昌史, 角康之, 土川仁, 小暮潔, 間瀬健二. 状況に埋め込まれた視覚情報提示に関する設計指針の考察. 第18回人工知能学会全国大会, 2004.
- [7] 小出義和, 神田崇行, 角康之, 小暮潔. 協調的センサ群を用いた人間型ロボットによる体験演出. 第18回人工知能学会全国大会, 2004.
- [8] 中原淳, 熊谷賢, 角康之, 間瀬健二. コピキタス環境下での体験要約サービス. インタラクション 2004. 情報処理学会, 2004.
- [9] 熊谷賢, 中原淳, 角康之, 間瀬健二. 体験要約のためのビデオ自動編集手法. 第18回人工知能学会全国大会, 2004.
- [10] 大高雄介, 角康之, 岩澤昭一郎, 伊藤禎宣, 間瀬健二. 多視点ビデオデータの時空間コラージュによる追体験空間の構築. 第18回人工知能学会全国大会, 2004.
- [11] Norman Lin, Kenji Mase, and Yasuyuki Sumi. An object-centric storytelling framework using ubiquitous sensor technology. In *Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing of Experiences*, 2004.
- [12] Kenji Mase, Yasuyuki Sumi, and Sidney Fels, editors. *Proceedings of Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing of Experiences*, 2004. <http://www.ii.ist.i.kyoto-u.ac.jp/~sumi/pervasive04>.