

環境知能に共存する知能ロボットと人間の相互作用による出来事のストーリー化手法の提案

Narrative Creation Based on Ambient Intelligence and Human-Robot Interactions

吉岡昇平*1 平野靖*2 梶田将司*3 間瀬健二*3 前川卓也*4 岡留剛*4†
 Shohei Yoshioka Yasushi Hirano Shoji Kajita Kenji Mase Takuya Maekawa Takeshi Okadome

*1 名古屋大学大学院情報科学研究科
 Graduate School of Information Science, Nagoya University

*2 名古屋大学情報基盤センター
 Information Technology Center, Nagoya University

*3 名古屋大学情報連携統括本部情報戦略室
 Information and Communication Technology Services, Nagoya University

*4 NTTコミュニケーション科学基礎研究
 NTT Communication Science Laboratories

This paper proposes a narrative creation system which uses causal relationships among event information sensed by ambient intelligence and posts created narratives to weblog. The causal relationships are found by a robot's interaction with people. Preliminary experimental result shows that narratives created by this system help people's understanding for event information.

1. はじめに

ユビキタスセンサによって、実空間で発生した出来事情報を認識し、人間を支援する環境知能を実現する研究[1]において、環境知能が認識した場の状況をブログのように発信してコンテンツを生成する試みが研究されている[2]。しかし、環境知能が認識する出来事の記述は、人間にとって理解し難いという問題があり、蓄積した出来事情報をどのように表現して提示すれば良いのかを考える必要がある。人間に理解し易くする方法として、ストーリー化した記述を用いることが提案されている[3]。ストーリーは、出来事の意味を説明でき、人間が出来事を理解するための手助けになると考えられる。

そこで、本研究では環境知能が認識した出来事をストーリー化して提示するシステムを提案する。コミュニケーションロボットを環境知能に統合し、認識の結果を人間に提示して、インタラクティブに質問の回答を得ることで、出来事同士の因果関係を発見し、出来事をストーリー化する。従来のストーリー化の研究[4]は、オフラインでストーリー化の作業が必要であるのに対して、提案システムでは、ロボットとのインタラクションによってストーリー化するため、ストーリー化作業を人間に意識させないという利点がある。

2. ストーリー化の基本手法

ストーリー化は 2 つ以上の出来事を筋立て統合することである。Riessman[5]によると筋立てる方法には年代順による配列、帰結的な配列、挿話的な配列の 3 種類が存在する。年代順による配列とは、出来事同士の発生した順に筋立てることである。帰結的な配列とは、出来事を因果関係の下で筋立てることである。挿話的な配列とは同じ主題の出来事を関連付けることである。本研究では、帰結的な配列を利用して、出来事同士の因果

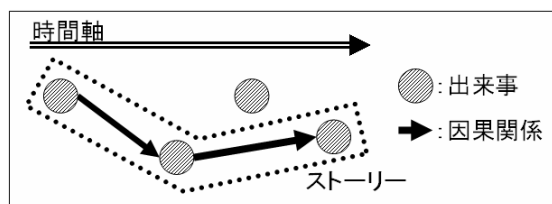


図 1: 出来事のストーリー化 (因果関係で繋げる)

関係で繋げることで出来事のストーリー化を行う(図 1)。

3. 実空間内の出来事の認識

現在、環境知能は、コップやスリッパといった 4.5m×9m の実験のオフィス(センサルーム)内のモノに設置したセンサノード(加速度、磁気方位)から、60msec 毎にサンプリングした各モノのセンシングデータをデータベースに蓄積するというシステムによって実現されている。例えば、コーヒーポットに設置したセンサノードは、センシングされたポットの傾きから“コーヒーを注いだ”という出来事を認識可能である。本研究で使用した環境知能では、センサの値に変化があった場合のみデータが記録される[1]。

4. インタラクティブなストーリー化

ロボットを用いた出来事のストーリー化システムの概要を図 2 に示す。

4.1 出来事情報の選別

環境知能が認識した出来事情報は出来事 DB に蓄積される。前述の環境知能では、1 時間に 300 程度の出来事が蓄積されるため、ロボットが人間に質問してストーリー化するのに適した出来事に絞り込む必要がある。そこで、過去 2 週間分の出来事の情報蓄積し、情報損失と混合正規分布による外れ値検出によって、発生時間帯および発生回数が異なる出来事(以下、非日常的出来事)を検出して、非日常 DB に蓄積する。

4.1.1 情報損失

各出来事に対して任意に定めた時間窓 w におけるの出来事情報ベクトル ($x: w$ 次元のベクトル) に順次出来事を蓄積する。同時時間帯の過去の出来事情報を組み合わせて行列 ($X: \text{データ日数} \times w$) を作成し、特異値分解により主成分行列 V (主成分

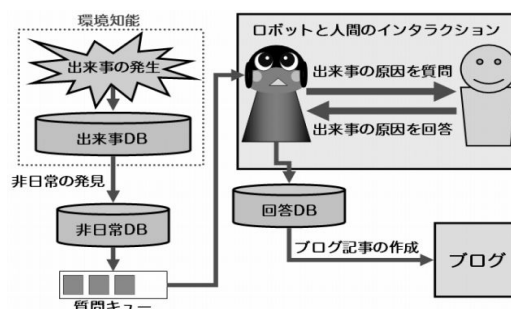


図 2: ロボットを用いた出来事のストーリー化システムの概要

連絡先: 吉岡昇平, 名古屋大学大学院情報科学研究科,
 yoshioka@arch.itc.nagoya-uc.jp

†: 現在、関西学院大学勤務

数 n)を求める. V を用いて x を n 次元($n' < n$)の主成分軸上に射影した x' を求める. x と x' の角度を正規化した値, つまり情報損失を求め, 閾値より大きい場合は非日常的出来事と判断する. 閾値以下の場合には次の混合正規分布による外れ値検出を行う.

4.1.2 混合正規分布による外れ値検出

情報損失を用いる方法では時間軸にわたる出来事の発生回数を要素する特徴ベクトルの角度を指標としているが, 同じ角度でも実際には過去データとベクトルのノルムが大きく異なる x が存在する. そこで, ベクトルのノルムが大きく異なる x を混合正規分布による外れ値として検出する. X と x を n 次元の主成分軸上に射影した P と p を求め, 空間上の P を二分木の要領で分割し, p を含む領域を絞り込む. その後, 混合正規分布を求める. p に対して全ての正規分布の確率密度が閾値以下の場合には x を外れ値であるとし, 非日常的出来事と判断する. 閾値より大きい場合は日常的出来事と判断する.

4.2 ロボット-人間の質疑応答インタラクション

次に, ロボットが非日常 DB に蓄積された出来事を提示し, その原因を人に質問する. 本来, ロボットと人のインタラクションには音声を使うのが最適であるが, 音声認識の技術的困難さから今回はテキスト対話を用いて, タッチパネルとキーボードで回答を入力するデザインとした. ロボットは人から非日常的出来事に対する原因(非日常的出来事, 日常的出来事, 予定, 自由記述)又は非日常的出来事ではないという回答を得る. 原因となる非日常的出来事, 日常的出来事, 予定の候補となる出来事は数が多いため, 関連の高い順にそれぞれ 5 つまでに絞って提示することで, 人に必要な情報を探索させる作業を低減し, ストーリー化作業の意識を軽減する. 関連は, 出来事同士におけるモノ, モノに対する行為およびモノの所有者毎の Apriori アルゴリズム[6]による確信度を算出し, 全ての確信度を乗算して, さらに出来事同士の発生時間の差(sec)で割った値とした.

4.3 ブログ記事の投稿

回答 DB には, 人による回答が蓄積され, 1 日の終わりに作成されたストーリーを記事にしてロボットがブログへ投稿する. 重複したストーリーがある場合は, 最長のストーリーを選択する.

5. 提案システムの評価実験

提案システムによるストーリー化の効果を評価する実験を行った. ロボットは Robovie-R2[7]を用いた. 被験者はセンサルームに日常的に勤務する 8 名(男性 5 名, 女性 3 名, 20 代~40 代)であり, 被験者にはロボットのそばを通る時はロボットの質問に回答するよう指示した. また, 被験者には実験期間中の勤務作業の予定を実験前に知らせてもらった. 実験期間は 4 日間であり, システムの稼働時間は 12:00~18:00 とした. 翌日には, 非日常的出来事をストーリー化した記事とストーリー化していない記事を各ブログに提示し, 被験者にはブログの各記事を読んでもらい, 有用性などの項目について五段階評価をしてもらっ

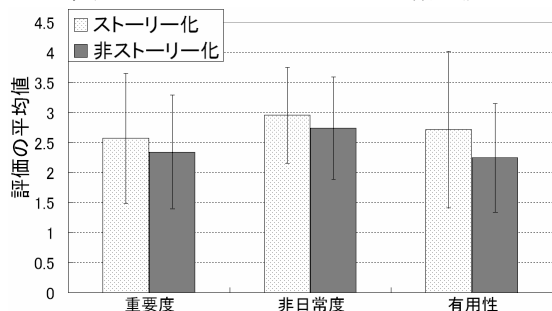


図 3: ブログ記事に対する評価の平均値

た. 各出来事の w は 1 日平均 0.8 回非日常的出来事を検出するように設定し, データ日数は 10 とした. また, $n' = n/2$ とした. 相関を算出時に用いる Apriori アルゴリズムのトランザクションは w の 1.5 倍とした.

5.1 結果と考察

39 回の質問のうち原因の情報を得たのは 25 回であり, ブログ記事数はストーリー化が 24, 非ストーリー化で 25 があつた.

評価平均値が高かつたストーリーの例を下記に示す.
(重要度:4.0, 非日常度:4.4, 有用性:4.1)

2009/03/16 の 10:30 から 11:00 まで, Cook_Rice が起こつた. その原因は, 12:00 から 13:00 まで, ひな祭り Party という予定があつたからだよ.

評価平均値が低かつたストーリーの例を下記に示す.
(重要度:2.1, 非日常度:2.1, 有用性:1.4)

2009/03/11 の 12:00 から 16:00 まで, A's slipper-Move がいつもより少なく起こつた. その原因は, B さんがお湯を飲んだからだよ.

図 3 は各ブログ記事に対する評価の平均値を示している. グラフより, ストーリー化した方が全ての項目で評価が高いことが分かる. また, グラフからは直接読み取れないが, 高い評価を得たストーリーが倍以上に増えた. 有意水準 5% で両側 t-検定を行った結果, 有用性のみ有意差があつた. 重要度や非日常において, 有意差がなかつたのは, それらは出来事情報の選別による影響を大きく受け, ストーリー化による効果が弱かつたと考えられる.

6 まとめ

本研究では, 環境知能が認識した出来事情報をロボットと人間のインタラクションによって, 知識を収集しその知識を用いて出来事をストーリー化するシステムを提案し, ストーリー化によって有用性が向上することを示した.

今後はストーリーを再度評価する過程を設けることにより, より質の高いストーリーを選別して提示することを検討する.

参考文献

- [1] T. Okadome, T. Hattori, K.Hiramatsu and Y. Yanagisawa: A real world event search system in sensor network environments, Proc.Int'l Conf.on Mobile Data Management 2006, 2006.
- [2] T. Maekawa, Y. Yanagisawa, and T. Okadome: Towards Environment Generated Media: Object-participation-type Weblog in Home Sensor Network, International World Wide Web Conference (WWW 2007), pp. 1267-1268, 2007.
- [3] Daragh Byrne and Gareth J.F. Jones: Towards Computational Autobiographical Narratives through Human Digital Memories, 2nd. ACM international workshop on Story representation, Mechanism and Context, pp.9-12, 2008.
- [4] P. Appan, H. Sundaram and David Birchfield: Communicating Everyday Experiences, 1st ACM workshop on Story representation, mechanism and context, pp.17-24, 2004.
- [5] Catherine K. Riessman: Narrative Analysis, Saga Publications, 1993.
- [6] R. Agrawal and R. Srikant: Fast Algorithms for Mining Association Rules, 20th Very Large Data Bases Conference, pp.487-499, 1994
- [7] Robovie-R2, <http://www.atr-robo.com/>.