

能動的情報資源を適用した 災害情報の集積・管理機能の設計

浅沼亜紀^{1,2,a)} 高橋秀幸^{1,2,b)} 木下哲男^{1,2,c)}

多様な災害情報の集積・管理を支援・促進する新しい機能の実現手法について議論する。提案手法では、様々な災害情報を表現・利用するために能動的情報資源 (Active Information Resource: AIR) と呼ぶ枠組みを利用して、分散環境上で生成・集積される種々の災害情報の構造化、或は、それらの協調動作を利用した情報の関連付けなどを行って、系統的な集積・管理を実現する。本稿では、提案する新しい支援機能の設計コンセプトを中心に議論する。

Accumulation and Management of Disaster Information based on Active Information Resource (AIR)

AKI ASANUMA^{1,2,a)} HIDEYUKI TAKAHASHI^{1,2,b)} TETSUO KINOSHITA^{1,2,c)}

In this paper, we propose and discuss a method to realize a new function to support the systematic accumulation and management of various sorts of disaster information. In the proposed method, the disaster information are represented and utilized based on the framework of Active Information Resource (AIR). The disaster information, which are created and accumulated over the distributed environment, is formalized as several AIRs. The systematic management of disaster information is also realized by acquiring the mutual relations among information of AIRs. The design concept of the proposed function is discussed in this paper.

1. はじめに

2011年の東日本大震災を機に、防災への関心がこれまで以上に高まっている。とりわけ地震に関しては、今後首都直下型地震や東海地震などの発生が懸念されており、防災対策として、行政や企業、そして民間団体ではインターネットを介した安否確認システム[1]や伝言掲示板[2]、自動車通行実績マップ[3]など、災害時における情報提供システムなどの整備や研究開発が多数行われつつある。

災害に関する情報を利用しようとする場合、種々の状況に即したものを選択的に取得する必要があるが、一般に、各種の膨大な情報の中から要求に適合した情報を迅速に抽出することは難しく、これに適した機能やツールの実現が課題となっている。東日本大震災では、携帯電話やスマートフォンなどの有用性が実証されたが、こうした小さなデバイス上で情報を繰り返し何度も検索することはユーザにとって負担となるだけでなく、緊急時に災害状況や安否確認に関する情報が素早く入手できないことが深刻な問題を招来することもあるため、新たな工夫が必要となる。

そこで本稿では、災害時における情報の探索や利活用の負担を軽減することを目的として、多様な災害情報の集積・管理を支援・促進する新しい機能の実現手法について議論する。提案手法では、様々な災害情報を能動的情報資源 (Active Information Resource: AIR) [4]と呼ぶ枠組みを適

用し、分散環境上に生成・集積される種々の災害情報を構造化し、その利活用をアクティブに支援する。これにより、例えば、ユーザがある情報を選択した際に、当該情報と関連する他情報を抽出して提供したり、個別に生成された情報を系統的に関連付けて集積したりすることが可能となる。以下、本稿では、まず能動的情報資源を適用した分散情報資源 (以下、AIR と略記) の利活用に関する先行研究をもとに、種々の災害情報を AIR として取り扱うための課題について考察する。次に、これらの課題を踏まえて、AIR に基づく災害情報の集積・管理機能を提案する。

2. 関連研究と課題

2.1 能動的情報資源の概念

分散環境上で生成され蓄積された情報資源に対して、その内容や用途・用法に係る知識 (利用支援知識)、及び、当該資源の操作や加工やこれを支援する機能 (利用支援機能) を付与する。これにより情報資源の利用者から送付される要求に対して資源自身が能動的に反応し、情報資源の内容やその処理結果を利用者に提供できるようにした「強化・拡張された分散情報資源」が能動的情報資源 (AIR) である。

AIR を実現する方法は種々考えられるが、我々の先行研究ではソフトウェアエージェントを利用した実装法を採用している。従って、利用支援知識と利用支援機能は情報資源に対応して設定され動作するエージェントの知識 (エージェントの動作知識) として設計・実装される。どのような実装であっても、情報資源自身が、AIR としての基本動

1 Graduate School of Information Sciences, Tohoku University
2 Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University
a) aki@k.riec.tohoku.ac.jp
b) hideaki@riec.tohoku.ac.jp
c) kino@riec.tohoku.ac.jp

作が可能な処理体、すなわち、その利用者や他の情報資源と相互にメッセージを交換したり、必要な処理を能動的に起動・実行したりする処理体として動作するとき、これは AIR として認識される。また、このように情報資源に対して、AIR としての利用支援知識と利用支援機能を付加して処理体（エージェント実装の場合には情報資源に対応したエージェント）を定義する操作を情報資源の AIR 化と呼ぶ（図 1）。

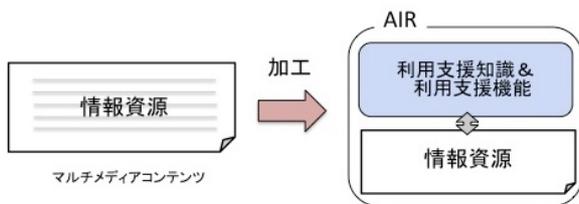


図 1 AIR の概念

Fig. 1 The Concept of AIR

AIR 化により、情報資源自身に様々な処理や動作を行わせることが可能となる。例えば、分散環境上での情報検索への応用では、検索対象となる種々の情報資源が AIR 化される。これにより利用者が自身の検索要求に関するメッセージをこれらの AIR にブロードキャストすると、これを受信した AIR は、検索要求に対する適合性を自ら判定し、該当する情報を保持している場合には、利用者へ応答メッセージを返信したり、検索精度向上のために、関連する他の情報資源に対して応答を促したりすることが可能となる。

2.2 学術情報検索に関する先行研究

災害情報の利活用を効果的に支援するためには様々な機能が必要とされるが、その基本となるのは、やはり種々の状況や要請に即した情報の収集・選択などを支える情報検索機能といえる。そこで、AIR を活用した情報検索に関する先行研究をもとに、災害情報を対象として設計される AIR の構造や機能を検討する。

分散環境上で生成され集積された学術情報資源の利活用支援に関する先行研究 [5,6] では、電子化された学術論文や史料を対象とした AIR（学術情報 AIR）を導入し、利用者の知識や特性を活かした学術情報資源の検索や共有を実現する手法が提案されている。すなわち、学術論文のようなテキスト主体の情報資源を扱う学術情報 AIR の利用支援知識は、情報資源のメタデータなどをもとに定義・設定される。また、利用支援機能は、メッセージ送受信をはじめとする AIR の基本機能に加えて、各 AIR が保持する利用支援知識を活用した知識型検索機能などが定義される。ここで、知識利用型検索とは、AIR の協調動作を活用する検索機能であり、各 AIR は、検索要求のメッセージを受け取ると、それに対応可能かどうかを判定する処理が起動される

（これを AIR の活性化という）。

活性化の処理では、自身が保持する利用支援知識をもとに、他の AIR と検索要求に関する情報を交換しながら所与の要求に対する妥当性を自律的に判定してゆく。協調動作のために利用される知識としては、情報資源の相互関係を表す知識、及び、情報資源の提供者や利用者に関する知識などがあり、これらの知識を組み合わせて利用することにより、関連性の高い AIR を連鎖的に活性化し、検索対象の幅と深さを拡大させて検索精度の向上を目指す。先行研究では、学術情報 AIR のアーキテクチャを前提とした知識型検索方式が提案され、情報資源の検索や共有における効果が確認されている[5]。

AIR による知識型検索の考え方は、検索処理の各段階で活性化された AIR 群から得られる情報を活用して、次の段階の検索処理の調整や制御を行い、検索精度の向上を目指すというもので、これは人間が検索を行う際に見られる発展検索の活動形態と共通するものである。実際、先行研究では、発展検索と同様の検索動作が実現され、これを AIR による発展検索と呼んでいる。

発展検索の処理は、AIR の協調動作に基づく次の 3 種類の処理からなる（図 2）。

- (1) **基本検索(Basic Search)**: 検索要求が AIR に送信され、これを受信した各 AIR はそれぞれ自分自身のメタデータをもとに要求内容との適合性を判断する。適合すると判断した AIR は活性化して応答を返信する。
- (2) **選択(Selection)**: 検索要求に対して活性化した AIR 群を一つのグループと見なし、各グループ内での順位付けを行って、次のステップで基本検索を実行すべき AIR 群を選択する。
- (3) **要求生成(Query Generation)**: 選択された AIR 群は、それぞれ自分自身の利用支援知識をもとに、直前の基本検索で利用された検索要求を加工（拡張）し、新たな検索要求を生成して基本検索を実行する。

上記の処理を繰り返すことにより、当初の検索要求に適合する学術情報を芋づる式に辿る作業を実現している。

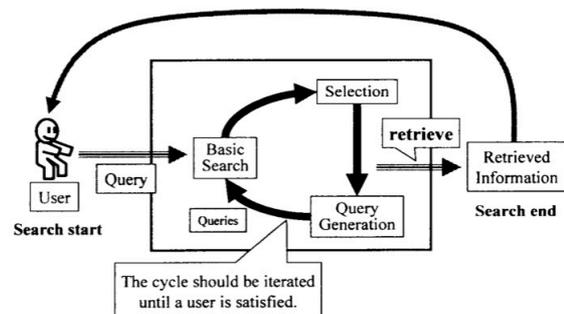


図 2 AIR による発展検索

Fig. 2 AIR-Based Evolutionary Search

AIR による知識型検索は、AIR 化される情報資源が、その内容や特徴を表現する特性キーワード属性などのメタ知識を有していれば利用可能であることから、学術情報以外のテキスト型情報資源への応用も比較的容易に行える。

2.3 災害情報を扱う際の課題

災害情報を AIR として取り扱う際の課題について、前述した学術情報資源の応用と対比して考察する。

(1) 動的に変化する情報資源

学術論文や史料をはじめとする学術情報資源は、単体の情報資源の場合、それが生成され公開された後は、通常、その内容や性質は、情報資源の生成時 (AIR 化の際) に登録・設定された書誌情報等のメタデータも含めて変化することは殆どない。また、複数の情報資源を束ねたアーカイブのような情報源の場合でも、資源の個体数の変化などを除けば、基本的な性質が大きく変動することは考えにくい。一方、災害情報では、単体の場合はもちろん、固定的な情報源 (電子メール、掲示板、ウェブページなど) でも、時々刻々と変化する状況に応じて、情報の更新や取り消しなどが頻繁に発生したり、取り扱う情報の種類が変動したりすることから、AIR としての情報資源 (単体もしくは情報源) の内容や性質が時間と伴に変化することが考えられる。従って、これらの変動に柔軟に対処できる AIR のアーキテクチャや動作環境の仕組みを工夫する必要がある。

(2) 情報資源の相互関係と関連付け

学術情報 AIR に関する先行研究では、AIR 同士の相互関係に関するメタ知識などが AIR の利用支援知識として保持されていた。その分析や設定は学術情報 AIR の生成時に行うことができ、これをもとに知識型検索などの利用支援機能も実現されている。災害情報の場合も同様に、種々の情報の相互関係を効果的に活用することが求められる。しかし、災害情報では、学術論文のようなテキスト情報だけでなく、音声・画像・動画などのメディアによる情報資源も取り扱うことが想定される。従って、各メディアに対応した AIR 化の手法が必要となる。これは、タイプの異なる情報資源であっても、AIR としての基本動作を可能とし、利用者や他の AIR から認識できアクセスできるようにするためである。これにより、学術情報の場合と同様に、AIR としての相互関係などの埋め込みも可能となる。

一方、不規則かつ頻繁な変動が予想される災害情報に対して適切かつ迅速な関係付けを行うためには、例えば、AIR 化処理の自動化や高速化、或は、情報資源の変動に伴う AIR 群の相互関係の獲得・調整・更新など、検索をベースとして情報の利用・再利用を支援する学術情報 AIR では深刻化していなかった課題への対応が必要となる。

3. 能動的情報資源による災害情報の集積・管理機能の提案と設計

3.1 災害情報の集積・管理処理の概要

前章で考察した幾つかの課題を踏まえて、まず、AIR を適用した災害情報の集積・管理の基本的な考え方を述べる。

まず、災害情報の AIR 化に関して、幾つかの前提条件を設けておく。

- ・取り扱う災害情報の本体 (コンテンツ) は、テキストをはじめとする種々のメディアによって電子的に表現されたものとし、分散環境上のプラットフォームに格納されているものとする。
- ・各コンテンツのメタ知識の記述で利用するメタデータセットなどは予め与えられているものとする。なお、本稿では、主にテキスト形式の情報を想定して議論する。
- ・災害情報の AIR 化では、コンテンツのアクセスや処理機能は AIR の利用支援知識と利用支援機能によって記述されるものとする。
- ・AIR 化により定義・生成された AIR を災害情報 AIR と呼び、これら災害情報 AIR は、分散環境上のプラットフォームに設定され、種々の AIR を蓄積・管理を担当する AIR 知識ベースに格納される。AIR 知識ベースでは、格納された AIR の検索、更新等の処理が行える。

災害情報の集積・管理機能の処理プロセスは次の二つのステージからなる。

(ステージ 1) 災害情報のコンテンツの AIR 化

所与の災害情報のコンテンツを、表現メディアのタイプに対応したメタデータセットを考慮した利用支援知識形式に基づいて、当該コンテンツへのリンク情報を含む利用支援知識を記述し、AIR の形式に加工して災害情報 AIR を定義・生成する。更に、生成された災害情報 AIR に、AIR としての基本動作を行う利用支援知識と利用支援機能を付与して、AIR 知識ベースに格納する。

(ステージ 2) 災害情報 AIR の集積処理と管理

AIR 知識ベースに新規に災害情報 AIR が格納されると、新規 AIR は既存の AIR と自律的にメッセージ交換を行って相互の類似性や関連性を判定する。所定のレベルを超える関連性を有する AIR が発見されれば、その情報を双方の AIR の利用支援知識として獲得し、関連付けが行われる。

上述した処理により、既存の AIR 群に対して、新規 AIR が追加されたとき、両者の間での相互関係を判定して、関係が成立する場合には、双方の AIR の利用支援知識 (メタ知識) の中に当該情報が追加して関係付けが行われ、AIR 知識ベースで蓄積・管理される。

次に、テキスト形式のコンテンツを対象として、災害情報 AIR と蓄積・管理機能の設計の概要を述べる。

3.2 災害情報 AIR の設計

3.2.1 利用支援知識

テキスト形式のコンテンツの場合、利用支援知識は、種々のメタ知識を属性と属性値の組の集合として表現される。各属性は、種々の目的・用途に応じて定義されるもので、そこに割当てられる属性値の範囲やセットも同時に定義される。例えば、利用支援知識の一部として組み込まれるコンテンツに関するメタ情報の属性は、Dublin Core[7]などのメタデータセットを参考に定義される。

なお、テキスト形式以外のメディアによる情報資源が対象となる場合には、コンテンツの種類や性質に応じて異なる所定の属性セットが導入されることになる。この場合、他の AIR で使用されている属性セットとの整合性や、AIR 相互間の協調動作のために必要となる共通属性を考慮して、例えば、コア属性を共有するような属性セットを定義する事になる。

3.2.2 利用支援機能

テキスト形式のコンテンツの場合、例えば、次のような機能が利用支援機能として定義される。

- ・ AIR の基本機能としてのメッセージング機能： AIR 相互間で交換される基本的なメッセージの処理。
- ・ AIR の協調・連携機能： AIR による協調処理で用いられる協調プロトコルの処理。
- ・ コンテンツ処理機能： AIR が管理するコンテンツを対象とした処理機能の呼び出しや実行制御など。
- ・ 関連度判定機能： 前述した災害情報 AIR の集積処理で利用される AIR 相互の関連性の度合い（関連度）を判定する機能。

こうした利用支援機能の詳細設計は、AIR の実装形態に応じて行われる。本稿では後述するようにソフトウェアエージェントによる実装を予定しており、これらはエージェント動作を規定するルール知識や手続き型知識（プログラム）として実装される。

3.3 AIR の協調動作による集積・管理処理

災害情報の集積・管理の中核は、3.1 節で述べた処理プロセスの（ステージ2）における AIR の協調動作を利用した自律的な集積処理である。以下、その概略を述べる。

- (1) 新規に AIR 知識ベースに格納される AIR は、関連付け（連携）の視点に基づいて自身のメタ情報を記述したメッセージ（これを自己紹介メッセージと呼ぶ）を AIR 知識ベース内の AIR に送信（ブロードキャスト）する（図3）
- (2) 自己紹介メッセージを受信した AIR は、自分自身の利用支援知識に基づいて、発信元 AIR との類似性や関連性の判定を行う。所定のレベルを超える関連性があると判断される場合、発信元 AIR の情報を自身の利用支援知識の中の相互関係 AIR を保持する属性項に登録する。また、発信元

には、自身の情報を含む応答（登録メッセージ）を返送する（図4）。



図3 自己紹介メッセージと関連性の判定

Fig.3 Relevance Measurement of Self-Acknowledgement Message

- (3) 登録メッセージを受信した AIR は、該当メッセージを送信した AIR の情報を相互関係にある AIR として認識し、その情報を自身の利用支援知識の中の相互関係 AIR を保持する属性項に登録する。これにより、該当メッセージに含まれる情報を基に、自身の利用支援知識を更新する（図4）。

AIR 知識ベースに新たに AIR が追加された時点で上記処理を繰り返し実行することにより、知識ベース内で成立する相互関係の情報が各 AIR の利用支援知識の中に随時自律的に獲得されて管理される。

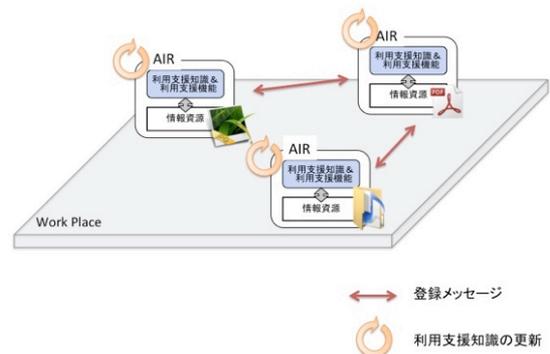


図4 登録メッセージと利用支援知識の更新

Fig.4 Update of Registration Message and User Supporting Knowledge

3.4 提案機能の詳細設計と実装

上述した災害情報の集積・管理機能の詳細設計と実装では、ADIPS/DASH フレームワーク[9]に基づくソフトウェアエージェントを利用する。災害情報 AIR を格納する AIR 知識ベースの機能は、同フレームワークが提供するエージェントリポジトリ、及び、エージェントワークスペースに

より実現する.

4. おわりに

本稿では、災害時における情報の探索や利活用の負担を軽減するために、能動的情報資源（AIR）を利用して、種々の災害情報の集積・管理を支援・促進する支援機能について議論した。今後、提案機能の詳細設計と試作システムの実装を行い、その有効性を検証してゆきたい。

参考文献

- 1) Google Person Finder:
<http://google.org/personfinder/global/home.html>
- 2) 災害用ブロードバンド伝言板
<https://www.web171.jp/mente.htm>
- 3) 自動車通行実績マップ
http://www.google.co.jp/intl/ja/crisisresponse/japanquake2011_traffic.html
- 4) 木下哲男: 分散情報資源活用の一手法: 能動的 情報資源の設計, 信学技報, A199-45, pp. 13-19(1999).
- 5) Baoning Li, Tetsuo Kinoshita, "Active Support for Using Academic Information Resource in Distributed Environment", Int. J. Computer Science and Network Security, Vol.7, No.6, pp.69-73(2007.6)
- 6) 千葉祐, ソウヤ, ボーニンリー, 阿部亨, 木下哲男: マルチエージェントフレームワークに基づく学術情報検索システムのアーキテクチャ. 電子情報通信学会技術研究報告. AI, 人工知能と知識処理 104(548), 41-46(2005).
- 7) Dublin Core:
<http://www.kanzaki.com/docs/sw/dublin-core.html>
- 8) シソーラス:
<http://www.gengokk.co.jp/thebun.html>
- 9) ADIPS/DASH フレームワーク
<http://www.agent-town.com/dash/index.html>